

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR D'ETAT EN SCIENCES DE LA MER**

**OPTION : Aquaculture**

**Thème :**

*Suivi de la dynamique des populations phytoplanctoniques au  
niveau d'une zone estuarienne cas de « Oued Mazafran ».*

Présenté par :

- **M<sup>lle</sup>. BENABBES Meriem.**
- **Mr. HAMMADI Aymen.**

Soutenu le : 02/07/2018 devant le jury suivant :

|                                    |  |                     |
|------------------------------------|--|---------------------|
| <b>Mr .LOURGUIOUI. H</b>           | <b>Maitre de conférences A (ENSSMAL)</b> | <b>Président</b>    |
| <b>M<sup>lle</sup>. MOKRANE. Z</b> | <b>Maitre Assistante (CNRDPA)</b>        | <b>Examinatrice</b> |
| <b>Mme. KAIDI-BOUDJELLAL</b>       | <b>Maitre Assistante B (ENSSMAL)</b>     | <b>Examinatrice</b> |
| <b>Mr BOUDJENAH. M</b>             | <b>Attaché de recherche (CNRDPA)</b>     | <b>Promoteur</b>    |

**Promotion : 2017/2018**

## REMERCIEMENTS

---

*Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir de modeste travail.*

*En second lieu, nous voudrions présenter nos remerciements chaleureusement à notre promoteur « **Mr BOUDJENAH Mustapha** », nous voudrions également lui témoigner notre gratitude pour sa patience et son soutien qui nous a été précieux afin de mener notre travail à bon port.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nous remercierons sincèrement :*

*Monsieur « **LOURGUIOUI Hichem** » qui nous a fait un immense plaisir et un grand honneur de présider ce jury*

*Mademoiselle « **MOKRANE Zakia** » Un remerciement spécial d'avoir accepté d'examiner ce travail, en plus de son aide précieuse et ses qualités humaines et surtout sa joyeuse compagnie, pour lesquelles on lui exprime toute notre gratitude.*

*Madame « **KAIDI- BOUDJELLAL** » d'avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce modeste travail.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants de l'**ENSSMAL** durant les années d'études.*

*Nous tenons à remercier aussi tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*Enfin, un remerciement tout particulier à nos parents qui nous ont toujours soutenues.*

*Merci à tous et à toutes.*

## DÉDICACE

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices,  
leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs  
prières tout au long de mes études,*

*A mes très chères sœurs « Hanen, Mayssi et  
Dounia » et mon frère et sa femme pour leurs  
encouragements permanents, et leur soutien  
moral,*

*A mes petites adorables nièces et neveux,*

*A tous mes amies sans exception,*

*A ma sauveuse « Rachalyn »,*

*A mon binôme « Aymen », avec qui j'ai  
partagé tous les bons et mauvais moments tout  
au long de la réalisation de ce travail,*

*Et spécialement à mon « A »,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos  
vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien  
infaillible,*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

*Benabbes Meriem*

## DÉDICACE

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers Parents qui m'ont toujours soutenu ; Votre prière et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours Pour mener à bien mes études...*

*À mes très chers Frères Salah, badis et Haroun, À mes sœurs bien aimées Randa et Loulou que par sa présence au quotidien, en me remontant le moral dans les moments difficiles et en me changeant les idées,...*

*À mes frères de cœur, mon binôme « MIMI », A, Y, B, M et haron.*

*Particulièrement à mon « S », merci pour m'avoir aidé ; supporté et soutenu.*

*À mes très chers grands-pères et grandes mères, mes aimables tentes SALWA, K, M, B, C, F, A et S, pour leur grand amour et leur générosité.*

*À tous ceux qui ont semé en moi à tout point de vue, À mes adorables amis, mes collègues de l'ENSSMAL.*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou  
de loin pour que ce travail soit possible, ...je  
vous dis merci.*

*Hammadi Aymen ☺*

## Listes des figures :

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Schéma de Classification simplifiée des organismes phytoplanctoniques (d'après Margullis&Schwartz, 1998, et Van den Hoek et al, 1995 ; modifiée par Hammadi. A et Benabbes. M)..... | 5  |
| Figure 2 : Photos l'espèce <i>Pseudo-nitzchia</i> .....  | 11 |
| Figure 3 : Photos de l'espèce <i>Alexandrium sp.</i> .....   | 11 |
| Figure 4 : Photos de l'espèces <i>Dinophysis sp</i> .....  | 12 |
| Figure 5 : Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (source TLIDJANE. I, 2013). ...   | 13 |
| Figure 6 : Variation du débit mensuel moyen (m <sup>3</sup> /s) au niveau de l'embouchure d'Oued Mazafran de 2003 à 2012 (ANRH ,2013). .....   | 14 |
| Figure 7 : Localisation géographique des points de prélèvement (source Google earth 2018).<br>.....  | 15 |
| Figure 8 : Bouteille VAN DORN (source Google image). .....   | 16 |
| Figure 9 : Photographies présentent l'étape de la filtration de l'échantillon par le filet à plancton. ....  | 17 |
| Figure 10 : Photographies présentent les étapes de la mesure des paramètres physico chimique par l'appareil multi paramètre. ....  | 18 |
| Figure 11: Photographies présentent les étapes de la préparation de l'échantillon pour la détermination du Phytoplancton. ....   | 20 |
| Figure 12 : Exemple d'un inventaire phytoplanctoniques.....  | 22 |
| Figure 13 : Digrammes Rangs- Fréquences (d'après Frontier 1976). ....  | 25 |
| Figure 14 : L'évolution de la température de l'eau au niveau de chaque station. ....   | 28 |
| Figure 15 : L'évolution de la salinité de l'eau au niveau de chaque station.....   | 29 |
| Figure 16 : L'évolution du pH au niveau de chaque station.....   | 30 |
| Figure 17 : La richesse spécifique de chaque station. ....   | 31 |
| Figure 18 : La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau d'Oued Mazafran....  | 32 |
| Figure 19 : La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau de l'embouchure....  | 34 |
| Figure 20 : La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau de la plage Colonel Abbes. ....  | 34 |
| Figure 21: La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau du « centre conchylicole ».....   | 35 |
| Figure 22 : L'espèce <i>Noctiluca scintillans</i> .....  | 35 |
| Figure 23 : Evolution des valeurs temporelle de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau de la station « Oued Mazafran ». ....                                 | 36 |
| Figure 24 : Evolution des valeurs temporelle de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau de la station « L'embouchure ». ....                                  | 37 |
| Figure 25 : Evolution des valeurs temporelle de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau de la station « la plage colonel Abbes ». ....                        | 38 |
| Figure 26 : Evolution des valeurs temporelles de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau du site « centre conchylicole ». ....                                | 39 |
| Figure 27 : L'évolution des valeurs temporelle de l'indice de Simpson au niveau de chaque station. ....  | 40 |
| Figure 28 : Diagrammes rangs-fréquences par prélèvement de station « Oued Mazafran ». ....   | 42 |
| Figure 29 : Diagramme rang-fréquence par prélèvement de station plage de colonel Abbes. ....   | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 30 : Diagrammes Rangs-Fréquences par prélèvement de la station « l'embouchure »                       | 45 |
| Figure 31 : Diagrammes rangs-fréquences par prélèvement de la station « centre conchylicole ».....           | 47 |
| Figure 32 : La densité cellulaire du phytoplancton en fonction du temps an niveau de chaque site étudié..... | 50 |
| Figure 33 : Proportion totale des classes de phytoplancton par station.....                                  | 51 |

## Liste des tableaux :

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Facteurs contrôlant la croissance du phytoplancton. ....                                    | 10 |
| Tableau 2 : Calendrier des sorties de terrain.....  | 16 |
| Tableau 3 : Les espèces rencontrées dans la station de l'embouchure. ....                               | 33 |
| Tableau 4 : Les espèces dominantes par échantillon. ....  | 41 |
| Tableau 5 : Les espèces dominantes par échantillon au niveau de la station plage<br>colonel Abbes.....  | 42 |
| Tableau 6 : Les espèces dominantes par échantillon au niveau de la plage colonel<br>Abbes. ....         | 43 |
| Tableau 7 : Les espèces fréquentes par échantillon au niveau de l'embouchure.....                       | 44 |
| Tableau 8 : Les espèces qui ont une fréquence qui dépasse 10% au niveau de<br>l'embouchure. ....        | 44 |
| Tableau 9 : Les espèces dominantes par échantillon au niveau de la station centre<br>conchylicole. .... | 46 |
| Tableau 10 : Les espèces dominantes dans chaque échantillon des stations étudiées...                    | 49 |

## **Liste des abréviations :**

**CA** : Plage Colonel Abbes.

**CNRDPA** : Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et l'Aquaculture.

**DMS** : Degré, minute, second.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

**PSU** : Practical salinity unit.

**PSP** : Intoxications paralysantes par les fruits de mer.

**ASP** : Intoxications amnésiantes par les fruits de mer.

**NSP** : Intoxications neurologiques par les fruits de mer.

**DSP** : Intoxications diarrhéiques par les fruits de mer.

**DRF** : Diagrammes Rangs-Fréquences.

**C°** : Degrée Celsius.

**PPM** : Parti par million.

**pH** : Potentiel Hydrogène.

# *Sommaire*

## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Chapitre I :Généralités.....</b>                                      | <b>2</b>  |
| I -1 Généralités sur le plancton .....                                   | 2         |
| I -1-1 Historique .....  | 2         |
| I -1-2 Définition du plancton:.....                                      | 2         |
| I -1-3 Subdivisions du plancton .....                                    | 2         |
| I -1-4 Caractéristiques générales du plancton .....                      | 3         |
| I -2 Les caractères généraux du phytoplancton .....                      | 3         |
| I -2-1 Définition .....  | 3         |
| I -2-2 Diversité spécifique et diversité éco- physiologique :.....       | 4         |
| I -2-3 Classification.....   | 4         |
| I -2-3-1 : les groupes diatomiques influencés par la salinité .....      | 6         |
| I -2-4 Organisation phytoplanctoniques .....                             | 7         |
| I -3 Distribution et répartition du phytoplancton .....                  | 8         |
| I -4 Facteurs contrôlant le développement du phytoplancton .....         | 9         |
| I -5 Rôle du phytoplancton.....  | 10        |
| I -6 Toxicité et sécurité sanitaire .....                                | 11        |
| I -7 Action du phytoplancton sur l'écosystème aquatique .....            | 12        |
| I -7-1 Oxygénation .....   | 12        |
| I -7-2 Consommation de dioxyde de carbone CO <sub>2</sub> .....          | 12        |
| I -7-3 Epuration .....   | 12        |
| I -7-4 Action antibactérienne .....                                      | 12        |
| <b>Chapitre II :Matériels et Méthode .....</b>                           | <b>13</b> |
| II -1 Présentation de la zone d'étude .....                              | 13        |
| II -1-1 Description de la baie de Bou Ismail .....                       | 13        |
| II -1-2 Situation géographique de la zone d'étude « Oued Mazafran »..... | 13        |
| II -2 Localisation des stations et échantillonnage.....                  | 14        |
| II -2-1 Périodes de la campagne de prélèvement.....                      | 14        |
| II -2-2 Sites et points de prélèvement.....                              | 14        |
| II -2-3 Fréquence et dates de prélèvements .....                         | 15        |
| II -3 Echantillonnage .....  | 16        |
| II -3-1 Matériels d'échantillonnage .....                                | 16        |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| II-3-2      | Fixation et conservation des organismes phytoplanctoniques .....   | 17        |
| II -3-3     | Les paramètres mesurés sur terrain .....                           | 17        |
| II -2-3-1   | Les étapes de la mesure .....                                      | 18        |
| II -4       | Analyse du phytoplancton .....                                     | 18        |
| II -4-1     | Matériels .....  | 18        |
| II -4-2     | Méthodes utilisées .....   | 19        |
| II -4-3     | Analyse des échantillons au laboratoire .....                      | 19        |
| II -4-3-1   | La présentation des étapes de la méthode Utermöhl (1958) .....     | 19        |
| II -4-3-2   | Observation des échantillons, identification et dénombrement ..... | 21        |
| II-5        | Méthodes et paramètres d'analyses utilisées .....                  | 22        |
| II-5-1      | Analyse qualitative .....  | 22        |
| II -5-2     | Etude de la diversité spécifique .....                             | 22        |
| II-5-2-1-   | Méthodes uni variées .....   | 22        |
| II -5-2-1-1 | La richesse spécifique .....                                       | 22        |
| II -5-2-1-2 | Les indices de diversité .....                                     | 23        |
| II-5-2-2    | Méthodes graphiques .....  | 24        |
| II -5-2-2-1 | Diagramme Rang-Fréquence .....                                     | 24        |
| II -5-2     | Analyse quantitative .....   | 25        |
| II -5-2-1   | Abondance .....  | 26        |
|             | <b>Chapitre III :Résultats et Discussions</b> .....                | <b>27</b> |
| III-1       | mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau .....             | 27        |
| III-1-1     | La température .....   | 27        |
| III-1-2     | La salinité .....  | 28        |
| III-1-3     | Le pH .....  | 30        |
| III-2       | l'analyse qualitative .....  | 31        |
| III- 2-1    | La richesse spécifique .....                                       | 31        |
| .....       | .....  | 32        |
| III -2-2    | Indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal(Hmax) .....  | 36        |
| III-2-3     | L'indice de Simpson .....  | 39        |
| III -2-4    | Diagrammes Rangs-Fréquences .....                                  | 40        |
| III-3       | L'analyse quantitative .....                                       | 48        |
| III-3-1     | L'abondance .....  | 48        |
| III -4      | Discussions générale .....   | 51        |
|             | <b>Conclusion</b> .....  | <b>53</b> |

**Bibliographies**

**Annexes**

# *Introducción*

# Introduction

---

## Introduction :

Le phytoplancton est composé de l'ensemble du plancton végétal, c'est-à-dire des microorganismes photosynthétiques (Jeffrey et al.1997) dérivant dans les masses d'eaux. Il s'agit de cellules, colonies ou filaments dont les mouvements dépendent essentiellement de ceux de l'environnement aquatique et/ou qui sont mobiles mais dont les déplacements sont relativement restreints dans la masse d'eau.

En tant que principal producteur primaire, le phytoplancton est à la base des écosystèmes aquatiques et est capable de réagir rapidement aux perturbations du milieu (i.e. apports en nutriments, changements de température, salinité, turbidité, turbulence ou stratification), qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropogénique (Smayda, 1998). Les changements quantitatifs et qualitatifs qui ont lieu au sein des communautés phytoplanctoniques ont un impact sur l'ensemble de la chaîne trophique (Stockner et Antia, 1986 ; Thyssen, 2008).

En effet la répartition du phytoplancton est très hétérogène, sa dynamique est très rapide et il est très sensible aux variations biotiques (prédation) et abiotiques (hydrologie, vent, salinité). C'est pour cela qu'on a élaboré l'étude du suivi de la dynamique des populations phytoplanctoniques au niveau d'une zone estuarienne.

Par définition, un estuaire est une masse d'eau côtière semi-fermée où se mélangent des eaux douces continentales aux eaux salées de la mer (Cameron et Pritchard, 1963).

Le but principal de ce travail est d'évaluer qualitativement et quantitativement les peuplements phytoplanctoniques existants dans cette zone estuarienne, afin d'explorer leur diversité et l'influence de la salinité sur leurs répartitions.

Pour ce faire, quatre grandes parties sont développées et structurées de la manière suivante :

- ✓ Dans le premier chapitre : **Généralités**, nous parlerons du phytoplancton (écologie, organisation, leur rôle ...) ainsi que, des différents paramètres qui peuvent avoir une influence sur ce dernier.
- ✓ Le deuxième chapitre : **Matériels et méthodes** : zone d'étude, les techniques de prélèvement, la mesure des paramètres physico-chimiques, les techniques d'identification (sédimentation, comptage) ainsi que les méthodes de diversité spécifique sont décrites.
- ✓ Le troisième chapitre : **Résultats et discussion** (étude qualitative et quantitative).
- ✓ Enfin une **Conclusion** générale clôture ce travail.

# *Généralités*

# Généralités

---

## Chapitre I :

### I -1 Généralités sur le plancton :

#### I -1-1 Historique :

La découverte du plancton est relativement récente et est directement liée aux avancées technologiques et notamment l'invention du microscope par **HOOK** en 1665. Même si l'on supposait l'existence des organismes microscopiques flottants à la surface depuis le 18<sup>ème</sup> siècle, les dessins restent fantaisistes et les premières descriptions scientifiques datent du 19<sup>ème</sup> siècle avec **Hensen, Nitzsch, Grunow** et **Peragallo**, ce dernier proposant la première classification du phytoplancton.

Cependant, la diversité planctonique est très importante et variable à la fois dans le temps et l'espace. De ce fait, de nouvelles espèces sont découvertes régulièrement.

#### I -1-2 Définition du plancton :

Le mot plancton (du grec : planktos=errant) a été introduit par le biologiste allemand **Hensen** en 1887, se définit par "l'ensemble des organismes pélagiques susceptibles d'être entraînés par le déplacement des eaux" ([Bougis, 1974a](#)). Il comprend :

- Des végétaux, constituant le **phytoplancton** qui élabore sa matière vivante par photosynthèse et vit donc dans les strates superficielles ;
- Des animaux, constituant le **zooplancton** qui se nourrit soit de phytoplancton soit de zooplancton ;
- Du **bactérioplancton**, qui minéralise la matière organique dans toute la colonne d'eau. ([Jacques, novembre 2006 pp. 56-57](#))

#### I -1-3 Subdivisions du plancton :

La définition du plancton est extrêmement large ; son étude approfondie nécessite de le classer en catégories plus limitées, suivant différents critères tels qu'ils sont définis par [Bougis \(1974\)](#) :

- **Selon le mode de nutrition :**

- Plancton végétal êtres autotrophes >**Phytoplancton.**
- Êtres hétérotrophes >**Zooplancton.**

- **Selon la position dans la colonne d'eau :**

- Couches superficielles >**Epiplancton.**
- Couches intermédiaires >**Mésoplancton.**
- Couches profondes >**Bathyplancton.**

- **Selon la position par rapport à la côte :**

# Généralités

---

- Près des côtes>**Plancton néritique.**
- Au large>**Plancton océanique.**
- **Selon le cycle biologique :**
  - Organismes planctoniques durant toute leur vie >**Holoplancton.**
  - Une partie de leur vie parmi le plancton >**Méropiancton.**
- **Selon la taille :**
  - Taille inférieure à 5 microns >**Ultraplancton.**
  - Taille comprise entre 5 et 50 µm >**Nanoplancton.**
  - Taille comprise entre 50µm et 1 mm >**Microplancton.**
  - Taille comprise entre 1 et 5 mm >**Mésoplancton.**
  - Taille supérieure à 5 mm >**Macroplancton.**

## I -1-4 Caractéristiques générales du plancton :

- les animaux planctoniques sont peu colorés, la majorité étant transparents ; la pigmentation se trouvant limitée à quelques organes particuliers : yeux, nageoires, appendices etc.
- Des espèces planctoniques vivant en surface sont souvent d'un bleu intense (**Pontella, Véléle**), par contre celles qui habitent les profondeurs sont fréquemment d'une teinte foncée rouge ou brune.
- Les organismes planctoniques sont de taille réduite ; une grande fraction est microscopique, tels que les micro-algues et les protistes dont la taille est de l'ordre du micromètre. La grande majorité des animaux planctoniques sont de l'ordre du mm ou du cm.
- Les algues planctoniques sont adaptées à la vie pélagique et doivent se maintenir en flottaison pour ne pas tomber au fond ; leur vitesse de chute doit pratiquement être nulle.([Smayda, 1970](#)).

## I -2 Les caractères généraux du phytoplancton :

### I -2-1 Définition :

Le phytoplancton (du grec phyton ou plante et planktos ou errant) est constitué par l'ensemble du plancton végétal, c'est-à-dire des microorganismes photosynthétiques qui sont libres, passifs et en suspension dans la colonne d'eau. Il s'agit de cellules, colonies ou filaments qui ne peuvent nager et dont les mouvements dépendent de ceux de l'environnement aquatique et/ou qui sont motiles (flagellés ou ciliés) mais dont les déplacements sont restreints.

La principale source d'acquisition de l'énergie s'effectue par phototrophe chez ces organismes, à partir de la lumière (photosynthèse = processus d'absorption des sels minéraux et du carbone sous forme de CO<sub>2</sub> et de rejet d'oxygène sous l'effet de la

# Généralités

---

lumière). Les organismes qui se procurent l'énergie nécessaire à leur croissance et à leur reproduction en combinant les modes de nutrition autotrophe et phagotrophe sont qualifiés de «mixotrophes» (Stickney et al. 2000).

De manière générale, leur taille varie de quelques microns (<20 µm) à quelques centaines de microns (200 µm). Leurs formes peuvent être extrêmement variées, la diversité morphologique étant souvent liée à une adaptation à la mobilité (flottaison et mouvements verticaux) (Zeitzschel, 1978 in Thèse de GAILHARD Isabelle, 2003).

## I -2-2 Diversité spécifique et diversité éco- physiologique :

Les conséquences éco physiologiques associées à la richesse spécifique des populations phytoplanctoniques sont nombreuses. Les différentes espèces ne réagissent pas de la même manière aux facteurs du milieu, en particulier la turbulence.

Leurs taux de croissance, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des nutriments, sont également variables. En outre, afin de faire face aux variations environnementales, les espèces phytoplanctoniques ont développé des stratégies adaptatives, telles que :

1. Différents mécanismes favorisant leur mobilité, et leur migration vers des zones riches en nutriments et en lumière (**phototaxisme**, migration verticale, nage, agrégation),
2. Le mode de nutrition **mixotrophe**,
3. La compétition interspécifique par production des substances **allélochimiques**,
4. Des mécanismes de défense contre la prédation.

Le cycle biologique de chaque espèce phytoplanctoniques participe ainsi à un réseau complexe de relations interspécifiques à l'intérieur d'un assemblage d'espèces.

## I -2-3 Classification :

Comme Sur terre, il existe une grande diversité de groupes végétaux, les océans aussi sont peuplés de nombreux groupes végétaux microscopiques, regroupés sous le terme de phytoplancton qui regroupe deux types d'organismes qui diffèrent au niveau cytologique essentiellement par la présence (eucaryotes) ou non (procaryotes) d'un noyau cellulaire (ADN confiné dans une enveloppe nucléaire) (Prescott et al. 2003).

Actuellement, la phylogénie est en pleine évolution, grâce notamment aux avancées technologiques en biologie moléculaire (Iglesias-Rodriguez et al. 2006 ; Not et al. 2007 ;Saez et al. 2008).

La classification des organismes phytoplanctoniques est adaptée de celle présentée par de Margullis& Schwartz (1998) et que nous avons schématisé comme suit : (figure

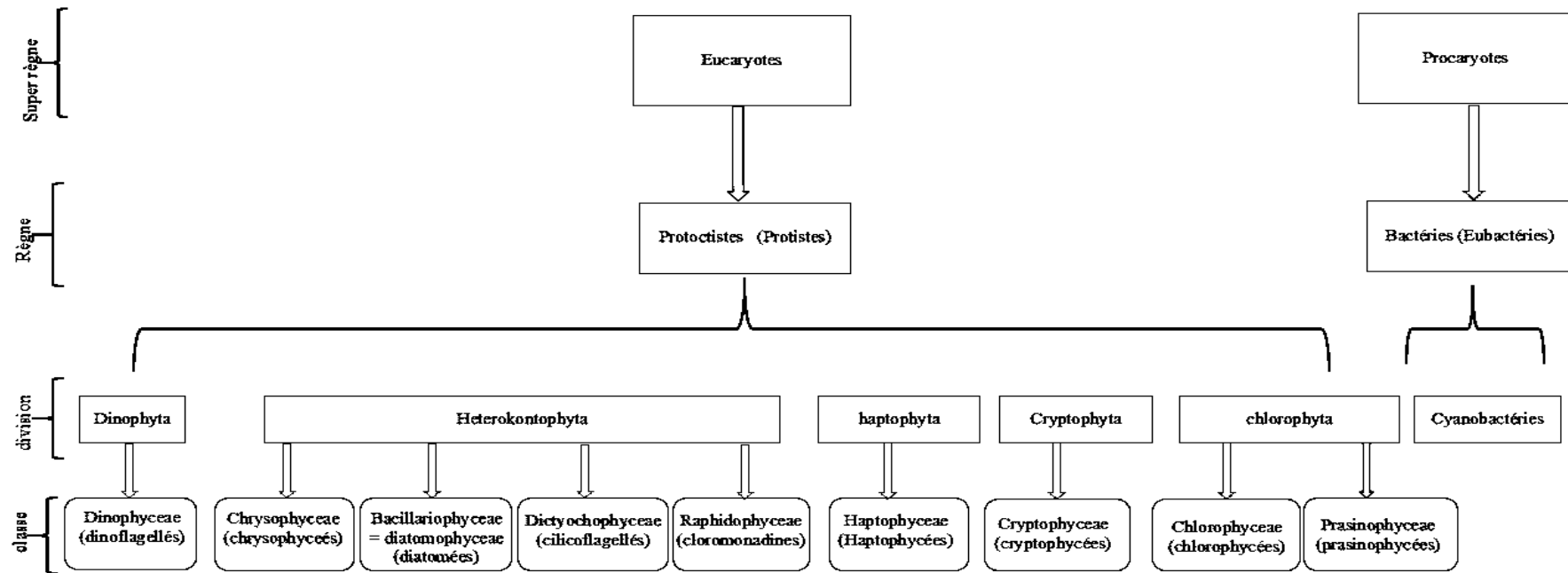


Figure 1 : Schéma de Classification simplifiée des organismes phytoplanctoniques (d'après Margullis&Schwartz, 1998, et Van den Hoek et al, 1995 ; modifiée par Hammadi. A et Benabbes. M).

# Généralités

---

## I -2-3-1 : les groupes diatomiques influencés par la salinité :

On sait que les paramètres physico-chimique de l'eau influence de manière direct ou indirect sur la survie et la répartition des groupes phytoplanctoniques surtout les diatomées qui sont sensible à la variation de la salinité.

La salinité affecte la survie des diatomées et la sensibilité des espèces est très hétérogènes au sein de ce groupe (Record, 2009), La capacité d'adaptation des diatomées aux variations de la concentration saline en chlorures (NaCl, MgCl<sub>2</sub>) est parfois élevée grâce à leur pouvoir d'osmorégulation (diatomées euryhalines) ou au contraire très limitée (diatomées sténohalines) (B.J.Nicolas, P.M.Christine&U.Polatera Philippe ,2011).

Elles peuvent être classées en 7 classes selon leur niveau de tolérance (*travaux de Dell-Uomo ,2004*) :

- **Les diatomées halophobes** : ce sont les diatomées d'eau douce qui ne tolèrent pas les chlorures si ces dernières dépassent le seuil de 20 mg/L (ex. *Achnanthes flexella, Diatomahyemalis, Neidium alpinum*).
- **les diatomées oligohalobes exigeantes** qui tolèrent seulement une petite quantité en chlorure, de 20 à 50 mg/L (ex. *Achnanthes minutissima, Amphorainariensis, Fragilariacapucina*).
- **les diatomées oligohalobes tolérantes** : elles ont un développement optimal autour de 50 à 200 mg/L (ex. *Cocconeis pediculus, Cocconeis placentula, Gomphonema parvulum*).
- **les diatomées halophiles** : ce sont des organismes pour lesquels une concentration modérée en sels chlorures est stimulante. La salinité est comprise entre 200 et 500 mg/L (ex. *Caloneis amphibia, Entomoneis paludosa, Cyclotella meneghiniana*). Leur présence est symptomatique d'une pollution minérale modérée d'origine anthropique et parfois naturel (nature de la roche).
- **les diatomées β-mesohalobes** : ce sont les formes d'eau oligosaumâtre, avec une salinité comprise entre 0,5 et 5 g/L (ex. *Bacillaria paradoxa, Navicula halophila, Nitzschia lorenziana*). Ces espèces (et d'autres) indiquent une forte pollution minérale.
- **Les diatomées α-mesohalobes** : formes d'eau saumâtre avec une salinité comprise entre 5 et 20 (-30) g/L.
- **Les diatomées euhalobes** : salinité entre 30 et 40 g/L.
- **Les diatomées polyhalobes (ou hyperhalobes)** : elles tolèrent des valeurs de salinité supérieures à 40 g/L.
- Ces deux dernières catégories n'intègrent que des formes typiquement marines.

# Généralités

---

## I -2-4 Organisation phytoplanctoniques :

Le phytoplancton se répartit principalement sous trois grandes classes (Bougis, 1974a) :

□ **Les Bacillariophycées ou Diatomées**, ont un exosquelette composé de pectine et de silicium appelé frustule. Pour lutter contre la sédimentation, les cellules sont souvent munies d'extensions qui leur permettent d'accroître leur surface, augmentant ainsi le phénomène de frottement. De plus, la formation de colonie peut contribuer à la diminution de la vitesse de sédimentation, notamment pour des espèces formant des chaînes spiralées (Peperzak et al. 2003). Le groupe des diatomées regroupe plus de 100 000 espèces dont près de 15 000 sont identifiées à ce jour (Germain, 1981).

□ **Les Dinophycées ou Dinoflagellés**, Les individus sont composés d'une paroi qui peut être nue ou recouverte de plaques cellulodiques. La majorité des espèces possèdent 2 flagelles qui leur permettent de se maintenir dans la couche supérieure de la colonne d'eau. Ils regroupent près de 300 espèces, la plupart sont mobiles (Bourelly, 1985).

□ **Les Coccolithophoridés**, Cette classe est composée d'individus qui ont la particularité d'être ornements par une structure complexe d'éléments calcaires appelés coccolites. La forme sphérique adoptée par plusieurs espèces ainsi que la présence de flagelles constituent leur stratégie de flottaison.

Des individus d'autres classes ont également été répertoriés. Parmi ces classes se retrouvent :

□ **Les Chrysophycées**, sont des algues unicellulaires ou coloniales (rarement filamenteuses), dont certaines vivent dans une enveloppe protectrice appelée lorique. Leurs cellules possèdent un ou plusieurs plastes jaunes ou bruns à cause de la forte concentration en xanthophylles (lutéine, fucoxanthine, diadinoxanthine) et caroténoïdes ( $\beta$ -carotène) masquant la couleur due aux chlorophylles a etc. (Wetzel et al. 2001). La plupart de ces cellules obtiennent leur énergie par mixotrophie, c'est à dire qu'elles sont capables d'autotrophie et d'hétérotrophie.

□ **Les Euglénophycées**, sont réparties en 13 genres et plus de 2000 espèces. Ils sont presque tous unicellulaires, sans paroi cellulaire, possèdent un, deux ou trois flagelles qui émanent d'une invagination de la membrane cellulaire, une vacuole contractile et un stigma (« eyespot ») orange à rouge composé de globules de caroténoïdes (Rosowski 2003). Bien que certaines euglènes soient non pigmentées, phagotrophes (capable d'ingérer des particules solides) et par conséquent considérés comme des protistes animaux (ex protozoaires), la plupart sont photosynthétiques et parfois hétérotrophes.

□ **Les Prasinophycées**, Ces algues possèdent une cellule et des flagelles (de 1 à 8 généralement, atteignant parfois 16) recouverts de 1 à 5 couches d'écailles rattachées à la membrane cellulaire.

## Généralités

---

□ **Les Chlorophycées**, forment un groupe extrêmement vaste et morphologiquement très diversifié. Elles sont réparties en 4 classes : les Euchlorophycées, les Ulothricophycées, les Zygothricophycées et les Charophycées. Celles-ci comportent environ 500 genres, représentant plus de 15000 espèces (John 1994). Toutefois, la plupart des algues vertes planctoniques lacustres appartiennent à l'ordre des Volvocales et à celui des Chlorococcales qui font partie de la classe des Chlorophycées (Bourelly 1985 b).

□ **Les Cyanophycées**, organismes, procaryotes, regroupent plus de 110 genres et environ 1000 espèces dulçaquicoles. La plupart des cyanobactéries sphériques appartiennent à la famille des Chroococcacées et les filamenteuses aux familles des Nostocacées et Oscillatoriacées (Bourelly 1985a). Les cellules appartenant à cette classe se caractérisent par l'absence de noyau, de plaste et de reproduction sexuée. Les cyanobactéries (ou « algues bleues ») se distinguent des procaryotes hétérotrophes par la présence de chlorophylle a et de pigments accessoires (phycocyanine, phycoérythrine, caroténoïdes) (Ganfet al. 1991;Schagerl et Donabaum 2003; Colyeret al. 2005).

□ **Les Xanthophycées**, regroupent plus de 100 genres et environ 600 espèces du l'çaquicoles. Elles vivent à l'état unicellulaire, colonial ou de filament et sont caractérisées par une plus grande proportion de pigments caroténoïdes ( $\beta$ -carotène) que de chlorophylle, ce qui peut expliquer leur couleur jaune-verte (Ettl 1978). Les cellules mobiles possèdent deux flagelles de taille différente. La paroi cellulaire est souvent absente et quand elle est présente, elle contient une grande quantité de pectinées peut être siliceuse chez plusieurs espèces. Les xanthophycées se divisent essentiellement par fission binaire mais peuvent également former des zoo spores. La reproduction sexuée, quand elle a lieu, est le plus souvent isogame (Ott et Oldham-Ott2003).

□ **Les Cryptophycées**, sont unicellulaires, mobiles de par la présence de deux flagelles (de taille égale) et dépourvues de paroi cellulaire. En effet, l'enveloppe qui les entoure est appelée péri plaste et est composé de deux couches distinctes, le péri plaste interne (succession de plaques protéiques) et le péri plaste externe (membrane protéique unique) qui entourent la membrane plasmique (Kugrens et Clay 2003). Les cellules sont aplaties dorso-ventralement et sont pourvues d'une invagination antérieure qui porte les deux flagelles. Les cellules contiennent une variété de pigments dont la phycoérythrine qui leur donne une couleur rougeâtre caractéristique. La reproduction se fait par fission binaire (Starmach1974;Bourelly 1985a).

### I -3 Distribution et répartition du phytoplancton :

En Méditerranée, la succession saisonnière phytoplanctoniques s'articule en trois stades (Margalef, 1958) :

- **Stade 1** : A la fin de l'hiver, la colonne d'eau se mélange du fait du refroidissement de l'eau de surface qui devient alors plus dense que celle du

## Généralités

---

fond, permettant la remise à disposition des nutriments dans la couche de surface. Un développement phytoplanctonique important a lieu, avec un pic principal de densité en février et des pics secondaires en novembre-décembre et mars-avril. Les espèces de petite taille (rapport surface/volume  $\sim 1$ ) capables de se multiplier rapidement (stratégie r) sont favorisées. Les Bacillariophycées prédominent ce stade. Les espèces présentes appartiennent aux genres *Chaetoceros*, *Thalassiothrix*, *Thalassionema* et *Asterionella*. La diversité est globalement faible.

- **stade 2** : il est caractérisé par la présence de Bacillariophycées de tailles plus importantes (rapport surface/volume  $\sim 0,5$ ) et l'apparition en proportions non négligeables de Dinophycées. Les taux de croissance ainsi que les densités de populations sont plus faibles qu'au stade 1. Dans le schéma global méditerranéen, les genres *Rhizolenia*, *Guinardia* et *Bacteriastrum* représentent la communauté de Bacillariophycées. Les Dinophycées s'illustrent à travers les genres *Prorocentrum*, *Phalacroma*, *Dinophysis*, *Peridinium* et *Ceratium*. La diversité atteint généralement son maximum à ce stade.
- **stade 3** : la masse d'eau devient pauvre en nutriments. Les Dinoflagellés augmentent, favorisés par leur taux de croissance faible et leur capacité à se diriger dans la masse d'eau grâce à leurs flagelles. De plus, certaines Dinophycées sont capables d'hétérotrophie, ce qui leur permet de survivre lorsque les nutriments deviennent vraiment insuffisants. Ce troisième stade a notamment lieu l'été, lors de la stratification de la masse d'eau. Les genres *Ceratium*, *Peridinium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gonyaulax* et *Prorocentrum* sont prépondérants lors de ce troisième stade. La diversité est inférieure à celle du stade 2 mais reste néanmoins supérieure à celle du stade 1. Même si globalement cette évolution saisonnière se retrouve dans l'ensemble de la Méditerranée, à savoir une floraison printanière et une floraison automnale, des nuances apparaissent selon les sites d'étude.

### I -4 Facteurs contrôlant le développement du phytoplancton :

D'après **Findley et Klingh** (1994), les populations phytoplanctoniques varient avec les saisons et dépendent de facteurs à la fois physique et chimiques. Les concentrations de nutriments et leurs proportions **stœchiométriques** constituent des indicateurs fondamentaux de prolifération phytoplanctoniques.

Le développement du phytoplancton est sous l'effet de différents facteurs biologiques et physico chimiques ([tableau 1](#)).

En effet, pour son développement, le phytoplancton a besoin de nutriments et d'énergie lumineuse. Pour cette raison, il faut avoir un apport de nutriments dans la

## Généralités

zone euphotique par le biais de brassage liés à la turbulence des eaux. Généralement, la production de la matière organique est saisonnière suite à la variation des apports d'éléments nutritifs. La production primaire atteint son maximum durant la période de grande durée d'éclairement (printemps et été) avec présence des facteurs permettant le brassage des colonnes d'eau : vent, apport terrigène (Sornia 1991).

**Tableau 01** : Facteurs contrôlant la croissance du phytoplancton.

| Facteurs favorisant la prolifération du phytoplancton  |   |
|--|---|
| Facteurs abiotiques  | Facteurs biotiques  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Température</li><li>• Salinité</li><li>• Sels nutritifs</li><li>• Intensité lumineuse</li><li>• Turbidité</li><li>• hydrodynamisme</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• interaction intra et inter-spécifiques (compétitions, inhibition)</li><li>• interaction bactériennes (Hormone de croissance, Vitamine, Médiateurs)</li><li>• prédation (poisson et filtreurs planctophage)</li><li>• germination des kystes (endémiques, transportés)</li></ul> |

### I -5 Rôle du phytoplancton :

L'importance du phytoplancton dans les milieux aquatiques est due à :

- Sa capacité de synthétiser des hydrates de carbone et de l'oxygène, à partir des éléments minéraux dissous dans l'eau et de l'énergie lumineuse (Stumm et Morgan, 1996). Lors de la photosynthèse, le phytoplancton est capable de fixer en milieu marin entre 20.109 et 55.109 tonnes de carbone (Mann et Lazier, 1966).
- Être à la base de la chaîne trophique pélagique, il est responsable d'une part essentielle de la production primaire dans les milieux aquatiques (Reynolds, 1998). De ce fait il conditionne la production de poissons, de moules, d'huîtres, de crevettes et d'autres produits (Hansen et al. 2001).
- Leur propriété d'absorber le CO<sub>2</sub> pour rejeter l'oxygène en présence de lumière les met à la pointe de l'actualité en ce qui concerne leur rôle éventuel sur une diminution de l'effet de serre.
- Ils représentent la base principale de la chaîne alimentaire en mer.
- Parmi les milliers d'espèces décrites dans les eaux marines mondiales, moins d'une centaine peuvent être toxiques pour les autres espèces marines ou pour les consommateurs de produits marins contaminés.

## Généralités

- A partir de cultures de phytoplancton, de nombreuses applications sont possibles, aussi bien en aquaculture, pour la nourriture des espèces cultivées, (larves et/ou adultes de mollusques, crustacés, poissons) qu'en biotechnologie comme la cosmétologie, la recherche de bio-carburant.

### I -6 Toxicité et sécurité sanitaire :

Certaines espèces phytoplanctoniques produisent des phycotoxines, qui sont accumulées par les organismes phytoplanctonophages « les mollusques bivalves, gastéropodes, crustacés, ainsi que certains poissons ». Ces organismes jouent le rôle de vecteurs sains. Ils ne sont pas affectés par ces toxines, mais sont toxiques pour les consommateurs secondaires dont l'Homme (Gailhard, 2003).

Les différents types d'intoxications associées à des efflorescences algales toxigènes est les suivants :

- Intoxications amnésiantes par les fruits de mer (ASP). Causée par la prolifération des Diatomées Pénales du genre *Pseudo-nitzchia* (figure 2).

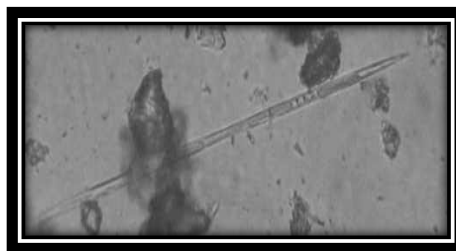


Figure 2 : Photos l'espèce *Pseudo-nitzchia*

- Intoxications paralysantes par les fruits de mer (PSP). Intoxication causée par des Dinoflagellés du genre *Alexandrium* (figure 3).



Figure 3 : Photos de l'espèce *Alexandrium sp.*

- Intoxications neurologiques par les fruits de mer (NSP). Intoxication associée à l'espèce de Dinoflagellés *Karenia brevis*.

## Généralités

---

- Intoxications diarrhéiques par les fruits de mer (DSP). Les toxines responsables sont produites par des Dinoflagellés appartenant, principalement, aux genres *Dinophysis* et *Procentrum* (figure 4).



**Figure 4:** Photos de l'espèce *Dinophysis sp*

- Toxines cyanobactériennes. Les principales espèces responsables des blooms cyanobactériens sont : *Trichodesmium thiebautii*, *T. erythraeum* et *Oscillatoria sp.*

### I-7 Action du phytoplancton sur l'écosystème aquatique :

Les algues du phytoplancton ont une influence directe sur les conditions physicochimiques d'un écosystème aquatique.

#### I-7-1 Oxygénation :

La présence de l'oxygène dans l'eau résulte d'une diffusion à partir de l'air au niveau de la surface et surtout de l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, notamment des algues du phytoplancton (Sevrin et Valdeyron, 1989). Ainsi, dans un milieu contenant beaucoup d'algues productrices d'oxygène par photosynthèse et peu de consommateurs (bactéries, zooplancton, poissons), la teneur en oxygène du milieu va beaucoup varier au cours de la journée : minimale le matin, elle peut atteindre, voire dépasser largement 100% de saturation dans la journée (Goubier, 1989).

#### I-7-2 Consommation de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> :

La consommation de CO<sub>2</sub> par les algues au cours de la photosynthèse va principalement se traduire par une augmentation du pH du milieu.

#### I-7-3 Epuration :

En se développant et en prélevant des éléments nutritifs dans le milieu, les algues contribuent à l'épurer. Il est donc possible de dépolluer des eaux usées en utilisant ces végétaux. C'est le principe du lagunage (Aubert, 1970a).

#### I-7-4 Action antibactérienne :

Les interactions entre les algues et les bactéries sont connues depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Ainsi, c'est l'action antibactérienne des algues, et notamment l'élimination des souches pathogènes, qui a incité à faire intervenir les microalgues dans des systèmes d'épuration comme les lagunages (Ringuelet, 1977).

# *Matériels et méthodes*

# Matériels et méthodes

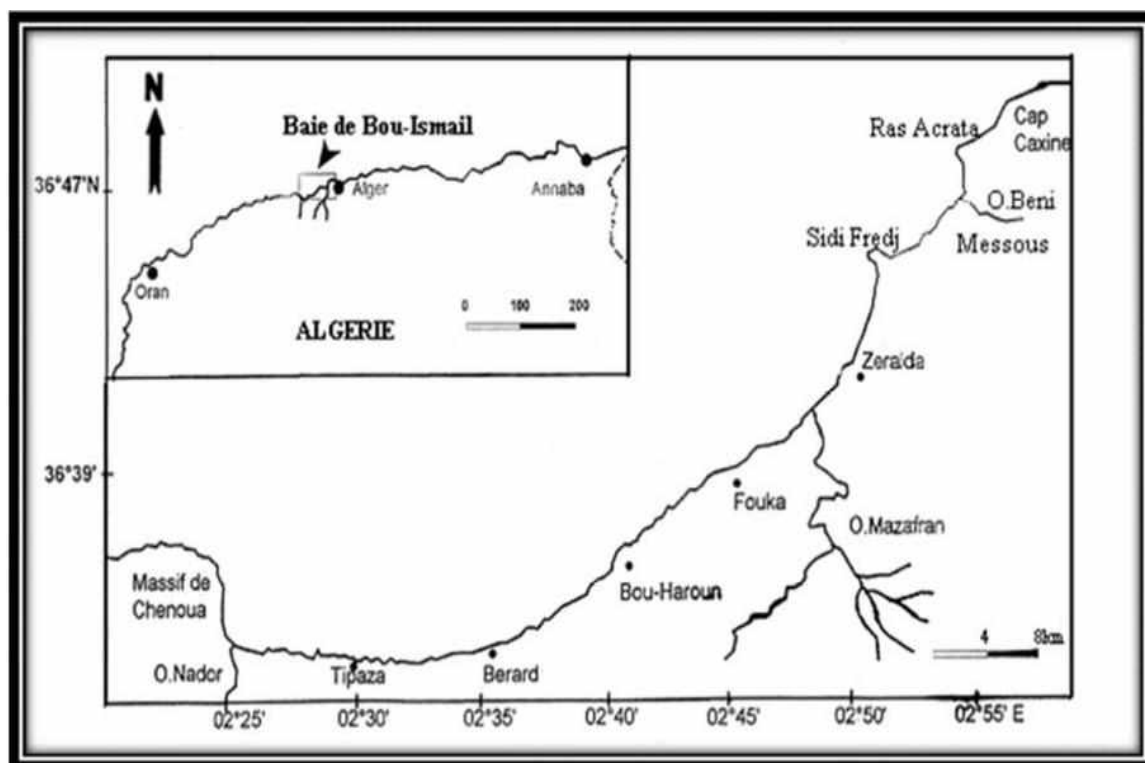
## Chapitre II :

### II -1 Présentation de la zone d'étude :

#### II -1-1 Description de la baie de Bou Ismail :

Elle est située dans la partie centrale du littoral algérien, à 50 km à l'Ouest d'Alger, dans la wilaya de Tipaza, entre 2° 25' à l'Ouest et à 2° 55' à l'Est.

La baie est limitée par la pointe de **Cap Caxine (Ras Acrata)** à l'Est de **Sidi-Fredj**, et par le Mont **Chenoua** à l'Ouest, par la plaine de **Mitidja** au Sud et la mer Méditerranéenne au Nord. L'ouverture de la baie de Bou-Ismaïl est d'environ 40 km, et s'oriente du Sud-Ouest à Nord -Est. Cette baie couvre une surface de 350 km<sup>2</sup> (Braïk, 1989, Haddouche, 2003). la baie est le réceptacle d'Oued à régime irrégulier : **Mazafran, Nador et Beni –Messous** (Khaouini ,2003). (Figure 5).



**Figure 5 :** Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (source TLIDJANE. I, 2013).

#### II -1-2 Situation géographique de la zone d'étude « Oued Mazafran »

Il est situé au niveau de la baie de Bou-Ismaïl, c'est l'Oued le plus important de la région, il draine un bassin de 1900 km<sup>2</sup> (partie Ouest de la Mitidja) (Braïk, 1989) et débouche sur la mer au niveau d'une petite plage sablonneuse à 30 km d'Alger, entre

## Matériels et méthodes

**Zéralda et Douaouda.** Son débit annuel est estimé entre 1969 et 2013 à 5,77 m<sup>3</sup>/s (ANRH, 2013). Il est caractérisé par des crues fortes et rapides en hiver-printemps qui augmentent la turbidité de la zone par la remise en suspension de substrat fin (Pauc, 1989) trois Oueds secondaires lui sont afférents : **Bou-Roumi, Chiffa et Djer.** Leurs coordonnées géographiques sont 36°41'33" N et 2°48'19" E en DMS.

**Oued Mazafran** est le plus important dans la baie de Bou Ismail avec ses rejets et son débit annuel et sa superficie de 1900 km<sup>2</sup> (Braïk, 1989).

D'après des données de l'ANRH (2013), les débits moyens pluriannuels sont en augmentation depuis 2003 au 2012, de 1,75 m<sup>3</sup>/s à 11,92 m<sup>3</sup>/s.

Le débit suit ainsi un cycle saisonnier avec des valeurs maximales en hiver et minimales en été. Sur le plus long terme, le débit montre une tendance nette (figure 6) à l'augmentation avec des valeurs plus au moins élevées suivant un cycle pluriannuel. Ces augmentations pourraient être liées aux variations climatiques agissant à l'échelle régionale.



**Figure 6 :** Variation du débit mensuel moyen (m<sup>3</sup>/s) au niveau de l'embouchure d'Oued Mazafran de 2003 à 2012 (ANRH, 2013).

## II -2 Localisation des stations et échantillonnage

### II-2-1 Périodes de la campagne de prélèvement

Le choix des périodes de prélèvement est le premier élément crucial dans l'analyse des communautés phytoplanctoniques. Leur mauvais positionnement dans l'année et leur périodicité entraîne des biais (manque de certains cortèges algaux) dans l'interprétation des données collectées. En ce qui nous concerne nous avons choisis la période allant du mois de Janvier jusqu'au mois d'Avril (hiver début du printemps).

### II -2-2 Sites et points de prélèvement

La zone d'étude s'étend entre Oued Mazafran et la Plage colonel Abbes .les prélèvements hydrologiques et phytoplanctoniques ont été réalisées allant du 17 janvier au 18 Avril de l'année 2018. On a choisi 3 sites de prélèvement différentes au

## Matériels et méthodes

niveau de la station Oued Mazafran, l'embouchure et plage colonel Abbas et un 4eme site au niveau de la station conchylicole. C'est le point la plus éloignée de l'embouchure comme point de référence.

La carte topographique suivante peut faciliter le repérage des stations (Oued Mazafran/ Plage colonel Abbas) et des points de prélèvements. (Figure 7).



**Figure 7 :** Localisation géographique des points de prélèvement (source Google earth 2018).

- Station 1 : eau de mer (salée) au niveau de la plage colonel Abbas.
- Station 2 : eau saumâtre (embouchure : le point de croisement entre l'eau d'Oued et l'eau de mer).
- Station 3 : eau douce (Oued Mazafran).
- La quatrième station est au niveau de la ferme conchylicole (Bou-Ismaïl).

### II -2-3 Fréquence et dates de prélèvements :

Les prélèvements ont été faits avec une fréquence de 2 fois par mois au mois de janvier et Avril et une fois au mois février et mars.

La date exacte d'échantillonnage est liée à la météorologie, la journée pour effectuer le prélèvement doit être calme, avec peu de vent, et peu de vagues pour avoir une faible turbidité d'eau.

## Matériels et méthodes

En effet, la météo du jour de prélèvement est relevée, une fiche de terrain a été produite et remplie à chaque sortie (tableau 2).

**Tableau 2 :** Calendrier des sorties de terrain.

| Dates            | 17/01/2018        | 24/01/2018        | 25/02/2018   | 11/03/2018   | 01/04/2018        | 18/04/2018        |
|------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Vent             | Faible            | Faible            | Moyen        | Fort         | Moyen             | nul               |
| Météo            | Soleil            | Soleil            | Très nuageux | Très nuageux | Nuageux           | soleil            |
| Surface de l'eau | Faiblement agitée | Faiblement agitée | Agité        | Très agité   | Faiblement agitée | Faiblement agitée |
| Bloom algal      | non               | non               | Non          | non          | Non               | oui               |

Les échantillons prélevés au niveau de chaque site sont destinés pour l'observation au laboratoire de la station Centre Conchylicole (CNRDPA, Bou-Ismaïl).

### II -3 Echantillonnage :

#### II -3-1 Matériels d'échantillonnage :

L'échantillonnage du phytoplancton a été réalisé par les matériels suivants :

- Filet à plancton (20 $\mu$ m) pour le prélèvement qualitatif du phytoplancton.
- Bouteille en plastique de 0.5 L.
- Une bouteille hydrologique de type VAN DORN de capacité 2,5 litres (figure 8).
- Un seau.
- Un appareil multi paramètre de terrain.
- De l'eau distillée.
- Du Lugol.



**Figure 8:** Bouteille VAN DORN (source Google image).

## Matériels et méthodes

---

- Echantillonnage qualitatif du phytoplancton : il a été fait à l'aide d'un filet à plancton d'où on a filtré l'eau de mer au moyen du filet afin de récupérer le filtrat pour le renverser dans une bouteille (figure 9).



**Figure 9:** Photographies présentent l'étape de la filtration de l'échantillon par le filet à plancton.

- Echantillonnage quantitatif du phytoplancton : il a été fait par le prélèvement de l'eau à l'aide d'un seau pour la renverser dans une bouteille en plastique, et on a utilisé aussi une bouteille hydrologique de type VAN DORN de capacités 2.5 litres.

### **II-3-2 Fixation et conservation des organismes phytoplanctoniques :**

La fixation des échantillons a été réalisée immédiatement après leur prélèvement, avec un volume de lugol concentré qui est ajoutée afin de fixer les structures phytoplanctoniques contenues dans l'échantillon. Le volume de ce fixateur doit être suffisant pour donner une meilleure fixation.

Afin d'identifier les échantillons on a noté la date et le site de prélèvement sur la bouteille.

### **II -3-3 Les paramètres mesurés sur terrain :**

Sur site, des mesures sont effectuées à l'aide d'un appareil multi-paramètre à chaque station, pour chaque campagne d'échantillonnage :

- La température de l'eau (C°).
- La salinité (PSU).

## Matériels et méthodes

---

- L'oxygène dissous (mg/l et %).
- Le pH.
- La conductivité.

### II -2-3-1 Les étapes de la mesure :

Après le prélèvement des échantillons d'eau, nous avons procédé à la mesure des paramètres physico-chimiques ;

- On a déposé une bouteille dans l'eau de mer et on a la rempli ;
- Faire plonger la sonde appropriée dans la bouteille ;
- La lecture s'effectue après la stabilisation de l'affichage sur l'écran ;

Le rinçage des sondes avec de l'eau distillée est obligatoire avant et après chaque usage. (Figure10).



**Figure 10:** Photographies présentent les étapes de la mesure des paramètres physico-chimique par l'appareil multi paramètre.

### II -4 Analyse du phytoplancton :

L'analyse du phytoplancton au laboratoire se fait par :

#### II -4-1 Matériels :

- Un microscope optique pour l'observation qualitative des cellules phytoplanctoniques.
- Lame et lamelles.
- Becher.
- Pipette.

# Matériels et méthodes

---

- Microscope inversé de type OPTIKA B 500 équipés d'oculaires de 15X et d'objectifs de 10, 20, 40 et 60X.
- Tubes de sédimentation pour chambre d'Utermöhl (50 et 100 ml).
- Appareil photo numérique.

## II -4-2 Méthodes utilisées :

### II -4-3 Analyse des échantillons au laboratoire :

Le comptage des cellules a été réalisé sous microscope inversé de type OPTIKA B 500 (figure 11c) selon la méthode Utermöhl (1958) ; cette méthode est basée sur la décantation du phytoplancton via une colonne à sédimentation, d'un échantillon de volume connu.

#### II -4-3-1 La présentation des étapes de la méthode Utermöhl (1958) :

Avant de commencer la préparation de la chambre il faut :

- Les chambres de sédimentation doivent être nettoyées et séchées entre deux utilisations.
- Elles sont rincées à l'eau distillée.
- Les chambres sont ensuite laissées à sécher. Il est fait de même pour les lames de verre rondes et carrées.

#### ➤ Homogénéisation de l'échantillon :

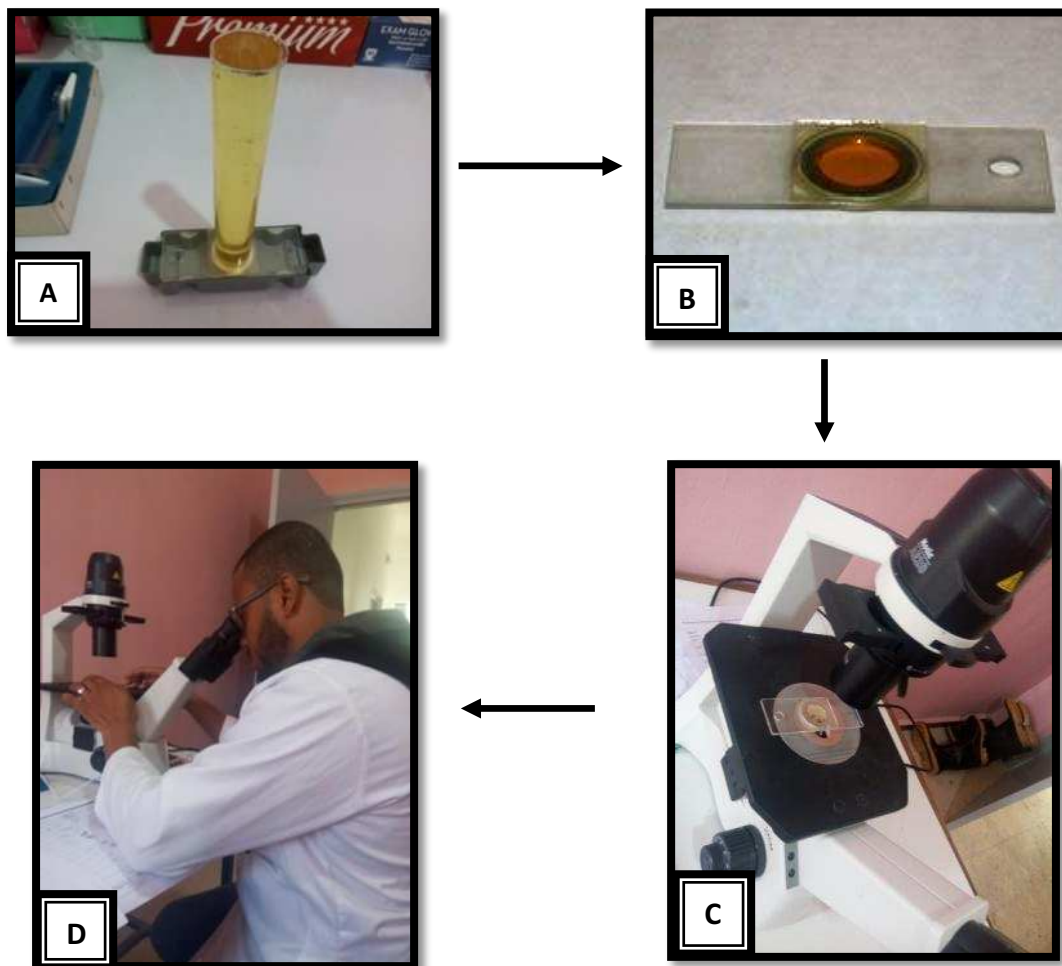
- agiter le flacon contenant l'échantillon à traiter manuellement

#### ➤ Préparation du sous-échantillon à faire sédimenter :

- Après l'homogénéisation de l'échantillon, un volume connu est versé en une seule fois dans la chambre de sédimentation.
- On a choisi un volume de 100 ml de la colonne de sédimentation en rapport avec la concentration en particules de l'échantillon.
- La chambre de sédimentation doit poser sur une surface plane sans vibrations (sur la paillasse du laboratoire).
- Dans le cas de milieux fortement concentrés en particules, il peut être effectué des dilutions. Pour cela, une pipette avec embouts amovibles peut être utilisée (pipette de volume 1 ml). Un volume connu de l'échantillon est alors introduit dans une chambre de sédimentation de 10 ml. Il est ensuite ajouté de l'eau distillée pour compléter à 10 ml avec une pissette d'eau distillée.
- Le volume de sous-échantillon sédimenté doit être repris sur le cahier de comptage.
- Après le remplissage de la chambre de sédimentation, une lame de verre ronde est mise au sommet de la chambre de sédimentation, pour éviter de piéger des bulles d'air.
- Le temps de sédimentation dans les cuves à décantation est variable, une durée de 24, 18 heures ou moins. Pour notre étude on a fait la sédimentation pendant 24 h.

## Matériels et méthodes

- Placer une lame de verre rectangulaire à côté de la colonne de sédimentation.
- Pousser la colonne de sédimentation avec la lame rectangulaire afin de placer la lame au-dessus du point de sédimentation.
- Si des bulles d'air apparaissent, effectuer un va et vient avec la colonne et la lame rectangulaire afin de chasser les bulles dans la colonne.
- Après cette opération, transfère la préparation vers le microscope inversé  
(Voir figure 11)



**Figure 11:** Photographies présentent les étapes de la préparation de l'échantillon pour la détermination du Phytoplancton.

A : La sédimentation de l'échantillon

B : la cuve obtenue après sédimentation.

C : Observation.

D : Identification et dénombrement.

## Matériels et méthodes

---

### II -4-3-2 Observation des échantillons, identification et dénombrement :

L'analyse des échantillons se fait au microscope inversé en utilisant les différents grossissements (X20, X40 et X60), qui a permis de caractériser la composition taxinomique et la richesse des espèces où nombre de taxon présents dans les échantillons.

A. **L'observation** doit s'effectuer par étape pour permettre de dénombrer les différentes organisations cellulaires (unicellulaire, filament ou colonie) et ainsi obtenir une meilleure fiabilité.

Avant de procéder au comptage, il faut attendre une meilleure sédimentation avant de procéder à l'observation. De plus, la première observation doit être faite à faible grossissement afin de savoir l'échantillon est homogène ou hétérogène.

B. **le dénombrement** est effectué sur une surface adéquate (toute la surface de la chambre, (si l'échantillon est homogène on balaye  $\frac{1}{2}$  de la chambre). Dans notre étude, nous avons effectué le dénombrement avec les objectifs de 20X ou 40X avec un bon balayage de toute la cuve en notant les noms des taxons et leurs effectifs trouvée sur une fiche (inventaire phytoplanctoniques) ([figure 12](#)).

Le résultat final du dénombrement dans la chambre de sédimentation est converti pour obtenir une concentration en nombre de cellule par litre.

C. **L'identification** des cellules repose sur l'observation visuelle des caractères généraux et des attributs morphologiques remarquables des cellules, soit par comparaison aux documents de référence en s'appuyant aussi sur les textes d'accompagnement des illustrations, soit à l'aide de clés d'identification suivant :

- La taille.
- La forme.
- La couleur.
- La présence de chloroplaste et les flagelles.

## Matériels et méthodes

---



**Figure 12 :** Exemple d'un inventaire phytoplanctoniques.

### **II-5 Méthodes et paramètres d'analyses utilisées :**

#### **II-5-1 Analyse qualitative :**

L'identification taxinomique des différentes espèces phytoplanctoniques a été faite jusqu'à l'espèce quand cela était possible selon les clés d'identification proposées par [Bourelly](#), basées sur les caractères morphologiques ([Bourelly, 1966, 1968, 1970 et 1985](#)), ainsi que différents ouvrages et publications traitant la taxonomie du phytoplancton disponibles au niveau du laboratoire de la station Centre Conchylicole (CNRDPA).

#### **II -5-2 Etude de la diversité spécifique :**

##### **II-5-2-1- Méthodes uni variées :**

##### **II -5-2-1-1 La richesse spécifique :**

La Richesse spécifique  $S$  est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface.

$$S = \text{nombre d'espèces de la zone d'étude}$$

Cet indice  $S$  peut être utilisé pour analyser la structure taxinomique du peuplement, il permet de également de distinguer :

- Des variations spatiales : des secteurs faunistiquement riches et des secteurs plus pauvres ;

## Matériels et méthodes

- Des variations temporelles : des minima et maxima en fonction des saisons.

Il présente cependant l'inconvénient d'être fortement dépendant du volume des échantillons (le nombre d'espèces échantillonnées augmentant avec la surface échantillonnée) et du type d'habitat (la richesse spécifique varie en fonction du type de substrat, de la profondeur, de la salinité...).

### II -5-2-1-2 Les indices de diversité :

Les indices de diversité constituent une autre piste pour caractériser la composition du phytoplancton et l'évolution temporelle de sa biodiversité. Un indice de diversité exprime l'importance relative du nombre des espèces abondantes dans un milieu donné. Son expression est en fonction de deux paramètres : le nombre d'espèces et le nombre d'individus par espèce. Un indice de diversité présente une valeur minimale quand tous les individus appartiennent à la même espèce, et une valeur élevée quand la diversité est élevée.

#### a- Indice de Shannon (H') :

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont les espèces sont codominantes. (Boudjenah, 2012).

Il est donné par la formule suivante :

D'ou :

$$H' = - \sum_{i=0}^s p_i \log p_i$$

Exprimé en  
(Bit /ind)

- P<sub>i</sub>** : abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce :  $p_i = n_i/N$  ;
- S** : nombre total d'espèces ;
- n<sub>i</sub>** : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;
- N** : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

#### b- Indice d'équitabilité de Pielou(J') :

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou dont la formule est la suivante :

$$J' = H' / H' \text{ max}$$

## Matériels et méthodes

---

Avec :

- $H' \text{ max} = \log S.$
  - $H' \text{ min} = -\log S.$
- (S : la richesse spécifique).

Ces deux indices restent dépendant de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat. Leur valeur est relativement basse dans les eaux de transition comme les lagunes, deltas ou estuaires, même lorsqu'ils ne sont pas perturbés. Il reste ainsi, difficile d'en faire un descripteur de l'état d'un milieu, à moins de déterminer au préalable des valeurs seuils pour chaque type d'habitat et pour une surface échantillonnée donnée, par (Simboura et Zenetos 2002). (Boudjenah, 2012).

### C- Indice de diversité de Simpson :

Cet indice a été proposé par **Simpson (1965)**. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce. Pour un échantillon fini, l'indice est donné par :

$$L = \frac{\sum [n_i (n_i - 1)]}{[N (N - 1)]}$$

D'où :

- **ni** : nombre d'individus de l'espèce i ;
- **N** : nombre total d'individus ;

Lorsque la diversité est maximale, sa valeur est 0, lorsque la diversité est minimale la valeur tend vers 1.

### II-5-2-2 Méthodes graphiques :

#### II -5-2-2-1 Diagramme Rang-Fréquence :

Le degré d'organisation de la communauté dans l'écosystème peut être caractérisé par des Diagrammes Rangs-Fréquences (DRF). Ceux-ci permettent de présenter la structure d'un peuplement et d'en distinguer, au cours de son évolution, les différentes phases d'une succession écologique (Frontier, 1976). (Figure 13).

Les diagrammes rang fréquence observés le long d'une succession écologique, sont décrits récemment dans le plancton marin et d'eau douce. On distingue en effet les stades suivants (Frontier, 1976):

## Matériels et méthodes

### - Stade 1(début de succession) :

La courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche, indiquant la prédominance d'un très petit nombre d'espèces. Puis elle subit une inflexion, et devient convexe dans sa partie droite. Enfin, chute rapide pour les espèces rares.

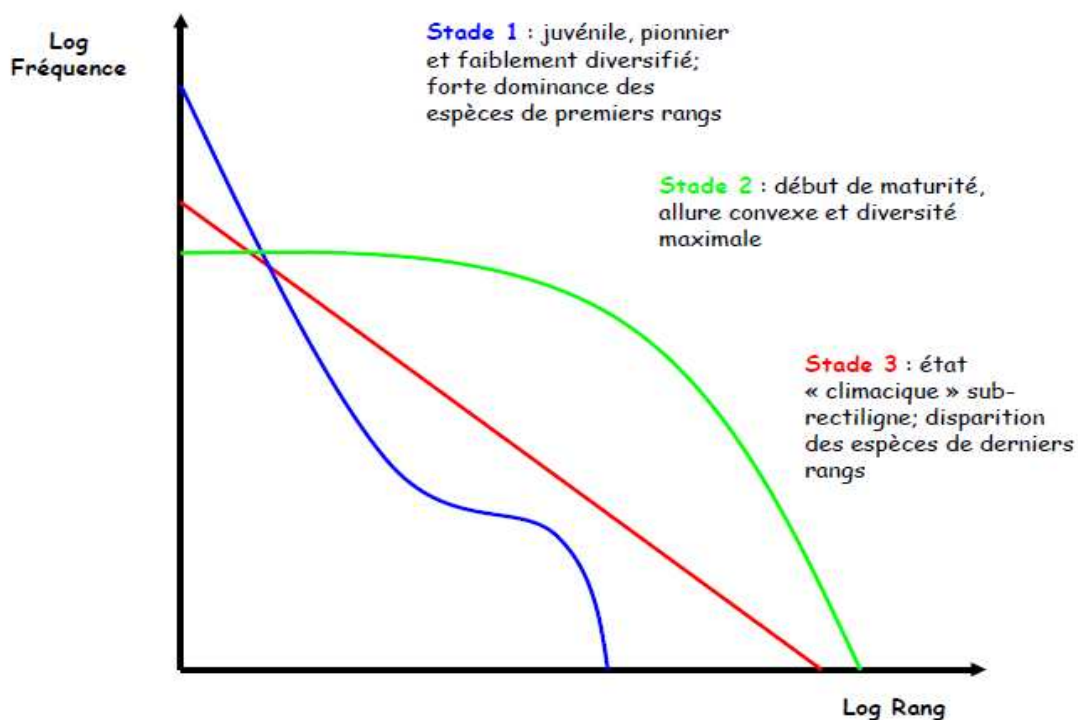
La diversité est faible. Au cours de la succession, la partie convexe gagne vers la gauche : les espèces fréquentes deviennent nombreuses et d'abondances plus uniformes. La diversité augmente. La chute brutale des espèces rares persiste.

### - Stade 2(maturité du système) :

La courbe devient entièrement convexe, se rapprochant de la distribution en bâton brisé. Cependant les espèces fréquentes sont toujours plus fréquentes, et les espèces rares moins fréquentes.

### - Stade 3(fin de succession) :

Le diagramme devient sensiblement rectiligne par augmentation des espèces les plus abondantes du peuplement précédent ; on observe parfois une flexure vers le bas dans la partie gauche. La diversité a diminué par rapport au stade précédent.



**Figure 13:** Digrammes Rangs- Fréquences (d'après Frontier 1976).

### II -5-2 Analyse quantitative :

Les résultats obtenus ont servi à calculer différents indices permettant de caractériser la composition et l'évolution du phytoplancton.

## Matériels et méthodes

---

Pour évaluer la structure de la communauté phytoplanctonique de la zone d'étude, l'indice écologique suivant a été utilisé :

### II -5-2-1 Abondance :

En tant que concept écologique, l'abondance est une composante importante de la diversité (Hurlbert, 1971). C'est une caractéristique d'une population et qui permet de connaître l'importance d'une espèce dans une communauté. Elle représente le rapport, du nombre d'individus ( $Q_i$ ) d'une espèce donnée, sur le nombre totale d'individus ( $Q$ ) présent dans un échantillon donné. Elle est exprimée en pourcentage.

$$A = (Q_i/Q) * 100 \quad (\%)$$

$Q_i$  = le nombre d'individus d'une espèce donnée.

$Q$  = le nombre totale d'individus présent dans un échantillon donné.

# *Résultats et discussions*

# Résultats et discussions

---

## Chapitre III :

### III-1 mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau :

#### III-1-1 La température :

Durant la période d'échantillonnage, dans toutes les stations nous avons marqué une faible valeur de température de l'eau du mois de janvier au mois d'avril, qui pourrait être due à une variation saisonnière normale des conditions météorologiques de la région. La valeur la plus importante de **18 C°** a été enregistrée durant le mois d'avril au niveau de la station Oued Mazafran et la valeur la plus faible de **12 C°** a été enregistrée durant le mois de janvier au niveau de même station.

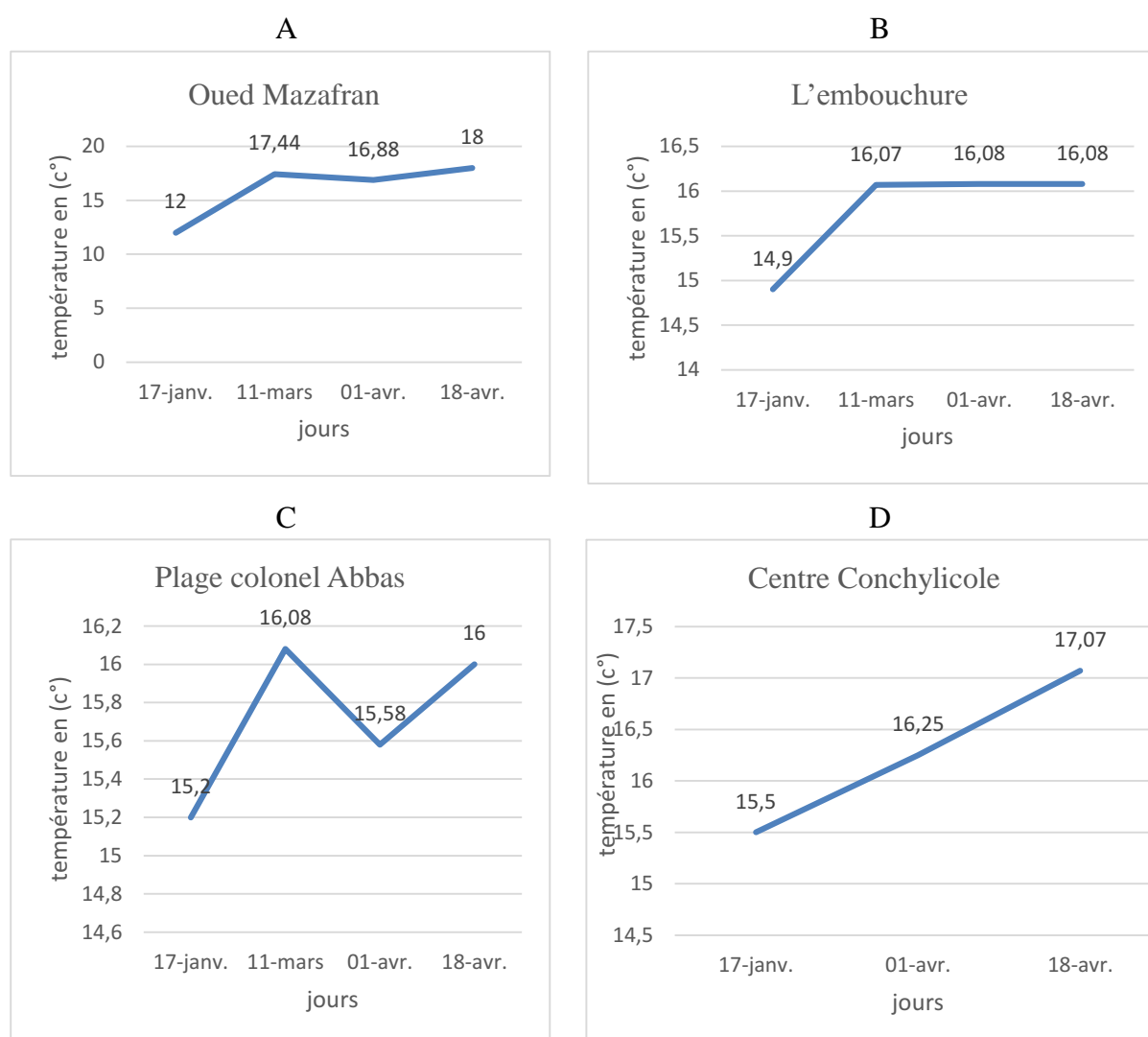
L'analyse de l'évolution de la température dans chaque station montre que, au niveau de la station de l'embouchure les températures ont été comprises entre la valeur minimale de **14.9 C°** au mois de janvier et la valeur maximale **16.08 C°** au mois d'avril. Alors que, au niveau de la station de la plage colonel Abbes, les températures ont été comprises entre la valeur minimale de **15.2 C°** au mois de janvier et une valeur maximale de **16.08 c°** au mois de mars, et au niveau de la station conchylicole, les température varient entre une valeur minimale de **15.5 C°** au mois de janvier et une valeur de **17.07 C°** au mois d'avril.

Aussi, au niveau de station d'Oued Mazafran les températures ont été comprises entre la valeur minimale de **12 C°** au mois de janvier et la valeur maximale de **18 C°** au mois d'avril.

La moyenne des tempratures au niveau des stations d'eau de mer est de **15.95C° ± 0.48**. alors que la moyenne des temperatures au niveau de l'oued est de **16.08 ± 2.04 C°**.

Nous remarquons que les fluctuations de temperature sont plus pronocées au niveau de Oued par rapport au stations d'eau de mer. Cette difference peut être dué a la faible quantité d'eau et à la faible profondeurs au niveau de l'oued. (Voir figure 14).

## Résultats et discussions



**Figure 14:** L'évolution de la température de l'eau au niveau de chaque station.

### III-1-2 La salinité :

Durant la période d'échantillonnage, nous avons marqué des fluctuations de la salinité de l'eau entre le mois de janvier et le mois d'avril.

En effet, la valeur de la salinité enregistré au niveau d'Oued Mazafran reste très faible et fluctuent entre une valeur maximal de **1.1 PSU** au mois de janvier à une valeur minimale de **0.7 PSU** au mois d'avril ces valeurs montre que cette écosystème est d'eau douce.

Par ailleurs, au niveau de l'embouchure nous avons marqué une valeur maximale de **35.33 PSU** au mois de Mars et une valeur minimale de **16.32 PSU** au mois d'avril ces valeurs montre une jonction entre l'oued et l'eau de mer avec une co-influence des deux écosystèmes sur la zone. Donc durant les grandes crues d'hiver l'influence de

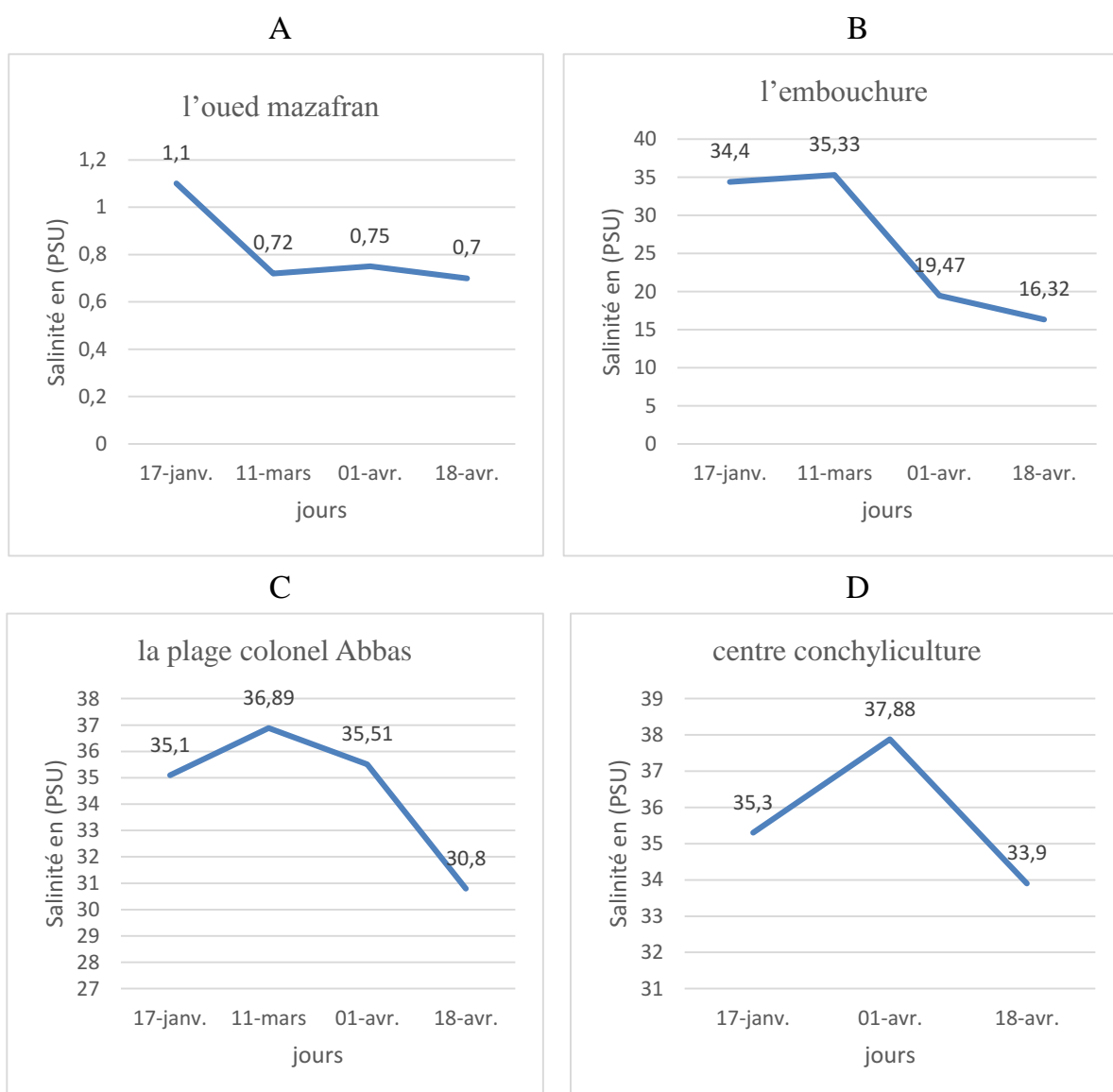
## Résultats et discussions

l'oued est plus importante ce qui explique les faibles valeurs de la salinité, alors que lorsque le débit de l'oued diminue nous avons une plus grande influence des eaux de mer avec une augmentation de la salinité.

Au niveau de la plage colonel Abbas, la salinité varie entre une valeur maximale de **36.89 PSU** au mois de Mars et une valeur minimale de **30.8 PSU** au mois d'avril.

Cette diminution de la salinité dans la zone estuarienne peut être due à la vitesse de l'écoulement de l'oued ainsi sa profondeur.

Par ailleurs, nous avons des valeurs de salinité proche au mois de janvier et avril avec une valeur maximale de **37.88 PSU** au 1<sup>er</sup> avril. (Figure 15).



**Figure 15:** L'évolution de la salinité de l'eau au niveau de chaque station.

## Résultats et discussions

### III-1-3 Le pH :

Les valeurs du pH enregistrées au niveau des quatre sites, varient entre **7,56** et **8,3**, au cours de toute la période d'échantillonnage (Figure 16). Nous avons remarqué que les valeurs du pH sont légèrement supérieures au niveau du site le « centre conchylicole » reste stable au tour de 8.25 (Voir figure 16-D), durant cette période. Ces conditions sont les mêmes que celles trouvées par (Boudjenah, 2012) pour la même période (mars, avril) en 2012. Toutefois, ces variations ne représentent aucune exception et restent normales pour le pH de l'eau de mer. Le pH moyen de l'eau de mer est en générale de **8,2** et peut varier entre **7** à **8,2** en fonction des conditions du milieu (Aminot et Chaussepied, 1983).

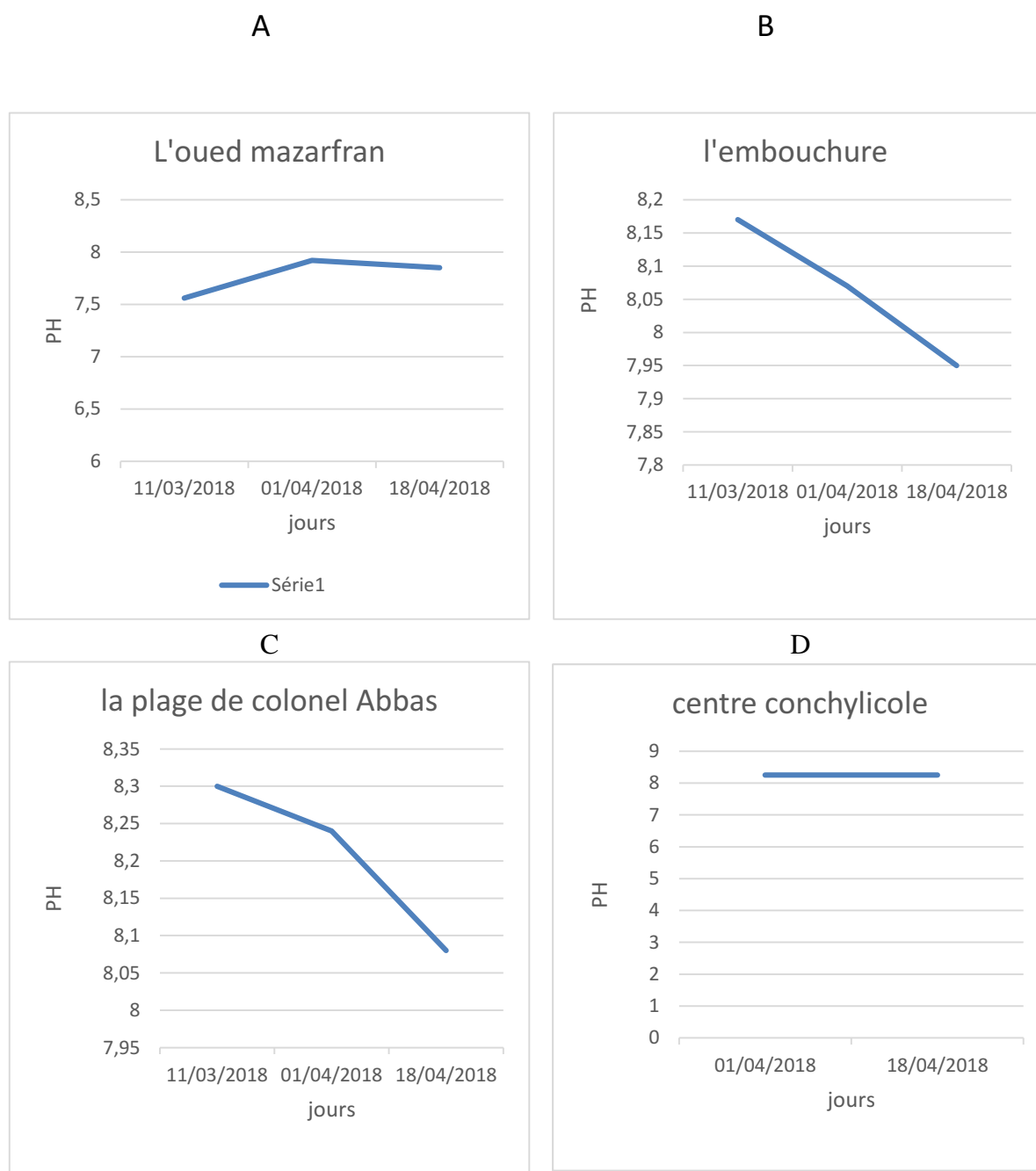


Figure 16 :L'évolution du pH au niveau de chaque station.

# Résultats et discussions

## III-2 l'analyse qualitative :

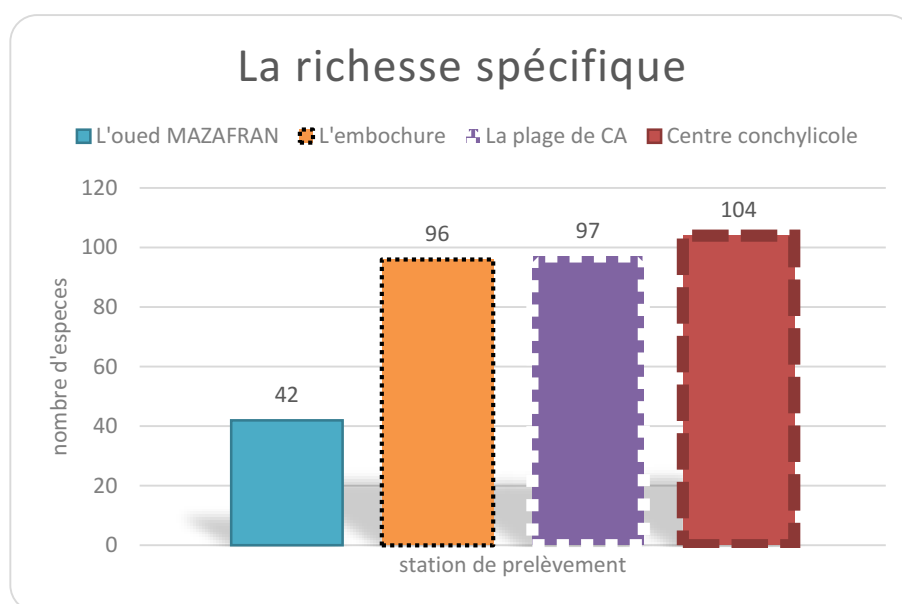
### III- 2-1 La richesse spécifique :

- **La richesse spécifique par station :**

Durant notre période d'étude, l'analyse qualitative a montré une richesse spécifique maximale de **104** espèces au niveau de la station centre conchylicole, et une richesse minimale de **42** espèces pour les échantillons de l'Oued Mazafran. Aussi, nous avons remarqué une richesse spécifique presque équivalant au niveau des deux stations de l'embouchure et la plage de colonel Abbès avec **96** et **97** espèces.

Ces résultats montre que la population phytoplanctoniques au niveau de ces trois stations sont bien diversifier et mois structurées.

Par ailleurs, nous remarquons une richesse spécifique de **42** taxons au niveau de l'Oued Mazafran, donc moins importante que pour les autres sites. (Voir figure 17)



**Figure 17:** La richesse spécifique de chaque station.

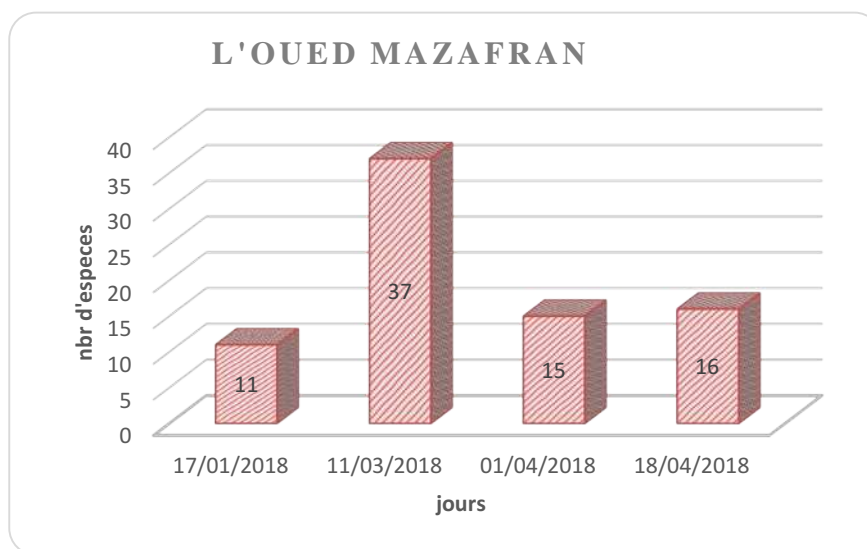
### Variation de La richesse spécifique dans le temps et dans l'espace :

- ❖ **Station « Oued Mazafran »**

La communauté phytoplanctonique au niveau de la station d'Oued Mazafran ou la salinité moyen est de **1 PSU**, est caractérisée par une richesse spécifique moyenne de **42** espèces dont **50%** sont des diatomées. Avec un maximum de richesse spécifique

## Résultats et discussions

37 espèces, enregistré durant le mois de mars et le minimum de 11 espèces enregistré janvier. (Voir figure 18).



**Figure 18:** La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau d'Oued Mazafran.

### ❖ Station de l'embouchure :

Au niveau de cette station la population phytoplanctonique présente une richesse spécifique maximale de 96 espèces avec 72.92% des diatomées. Le maximum de 49 espèces a été noté pour le premier échantillon de janvier et le minimum de 20 espèces en le deuxième échantillon de janvier.

Au niveau de cette station nous enregistrons une variation importante de la salinité liée directement aux conditions climatiques de la région et la dynamique de l'eau de l'oued tel que :

- Le flux de l'oued.
- L'intensité des marées.
- Aux précipitations
- La température.

Ce paramètre influence sur la répartition et la densité de la communauté phytoplanctonique. (Zemmermann-Timm., 2007 ; Beisel et al, 2007).

Au 17 janvier et 11 mars on a marqué les valeurs des salinités respectivement : **S=34.4 PSU** et **S=35.33 PSU**, après ces mesures *in situ* nous avons identifié 20 espèces dans l'échantillon de 17 janvier et 42 espèces dans l'échantillon de 11 Mars.

Au 1<sup>er</sup> et 18 avril on a signalé une diminution de la salinité **S=19.47 PSU** et **S=16.32 PSU**, cette diminution peut être due au fort dynamique de l'oued.

## Résultats et discussions

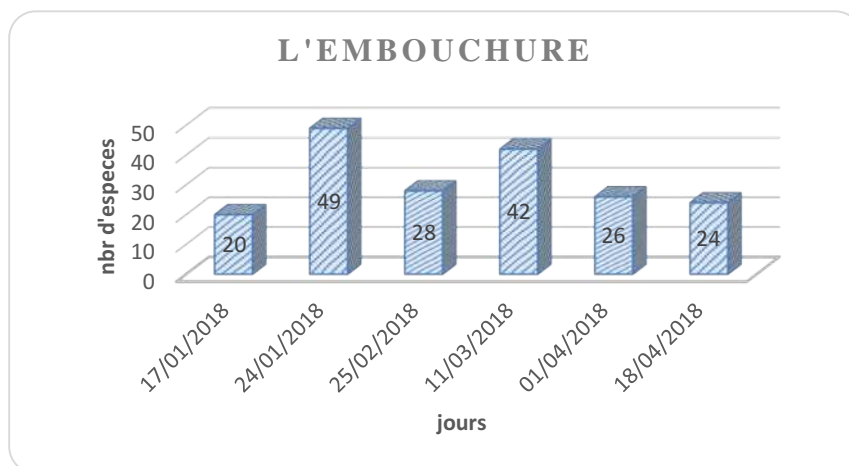
**Tableau 3** : Les espèces rencontrées dans la station de l'embouchure.

| Liste des espèces rencontrées en 17 J et 11 M      |                               |
|--|-------------------------------|
| <i>Cylindrospermopsis sp</i>                       | <i>Leptocylindrus sp</i>      |
| <i>Closterium sp</i>                               | <i>Gomphoneis elegans</i>     |
| <i>Craticula halophila</i>                         | <i>Rhoicosigma compactum</i>  |
| <i>Navicula sp</i>                                 | <i>Coscinodiscus sp</i>       |
| <i>Flagilaria pulchella</i>                        | <i>Tropidoneis sp</i>         |
| <i>Diatoma sp</i>                                  | <i>Nitzschia sp</i>           |
| <i>Nitzschia closterium</i>                        | <i>Dimorphococcus sp</i>      |
| <i>Triceratium sp</i>                              | <i>Coscinodiscus granii</i>   |
| <i>Lithodesmium Ehrenberg</i>                      | <i>Protoperidinium sp</i>     |
| <i>Actinocyclus octonarius</i>                     | <i>Prorocentrum sp</i>        |
| <i>Trachelomonas sp</i>                            | <i>Gyrodinium sp</i>          |
| <i>Stephanodiscus sp</i>                           | <i>Gymnodinium sp</i>         |
| <i>Cyclotella sp</i>                               | <i>Preperidinium meunieri</i> |
| <i>Protoperidinium sp</i>                          | <i>Lepocinclis sp</i>         |
| <i>Paramecium sp</i>                               | <i>Chattonella subsalsa</i>   |
| <i>Protoperidinium pentagonum</i>                  |                               |
| <i>Euglena sp</i>                                  |                               |
| Les espèces rencontrées en 1 <sup>er</sup> et 18 A |                               |
| <i>Gonatozygonm onotaenium.</i>                    | <i>Leptocylindrus sp</i>      |
| <i>Navicula sp</i>                                 | <i>Gomphoneis elegans</i>     |
| <i>Flagilaria pulchella</i>                        | <i>Coscinodiscus sp</i>       |
| <i>Nitzschia sp</i>                                | <i>Tropidoneis sp</i>         |
| <i>Actinoptychus sp</i>                            | <i>Gyrodinium sp</i>          |
| <i>Actinocyclus octonarius</i>                     | <i>Prorocentrum sp</i>        |
| <i>Trachelomonas sp</i>                            | <i>Gyrodinium sp</i>          |
| <i>Stephanodiscus sp</i>                           | <i>euglena sp</i>             |
|  | <i>Chattonella subsalsa</i>   |

Par ailleurs, on marque une diminution dans la richesse spécifique pour les deux prélèvements du mois d'avril, avec une richesse spécifique respectivement de **26** et **24** espèces.

En effet, nos résultats montrent la disparition des espèces qui ne supportent pas des variations de la salinité (sténohaline) et qui sont remplacés abondamment par les espèces qui tolèrent les fluctuations de salinité (euryhaline). (Voir figure 19).

## Résultats et discussions



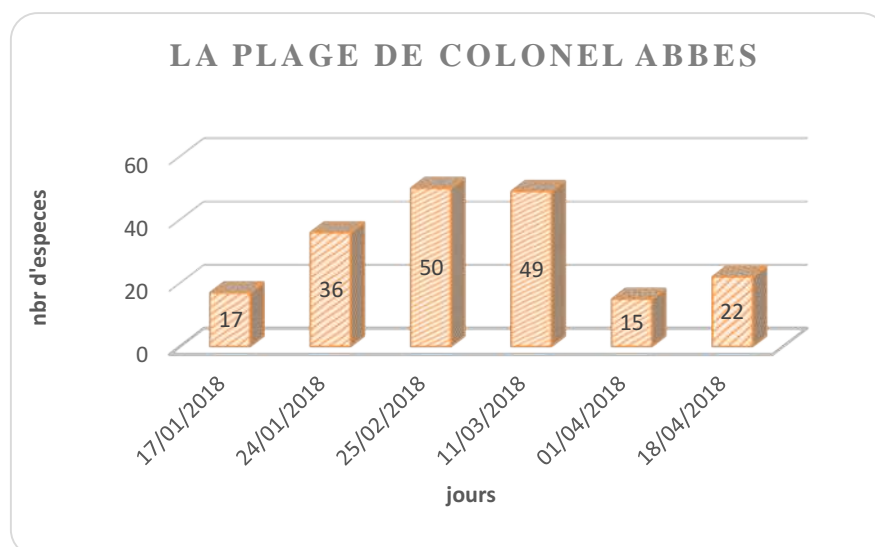
**Figure 19 :** La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau de l'embouchure.

### ❖ Station de la plage colonel Abbes :

Au niveau de cette station on a une richesse spécifique de **97** espèces dont **72.92%** de diatomées. Le maximum de richesse, (**50** espèces), est enregistré le 25 février et qui correspond à une salinité de **36.89 PSU**, par contre le minimum de richesse, **15** espèces, est enregistré le 1<sup>er</sup> avril et qui correspond à une salinité plus faible de **30.8 PSU**.

(Voir figure 20).

Ces résultats pourraient être dus aux fluctuations de la salinité entre ces deux échantillons. Donc la disparition des espèces sténohaline et qui sont remplacés abondamment par les espèces qui tolèrent les fluctuations de salinité (euryhalines).

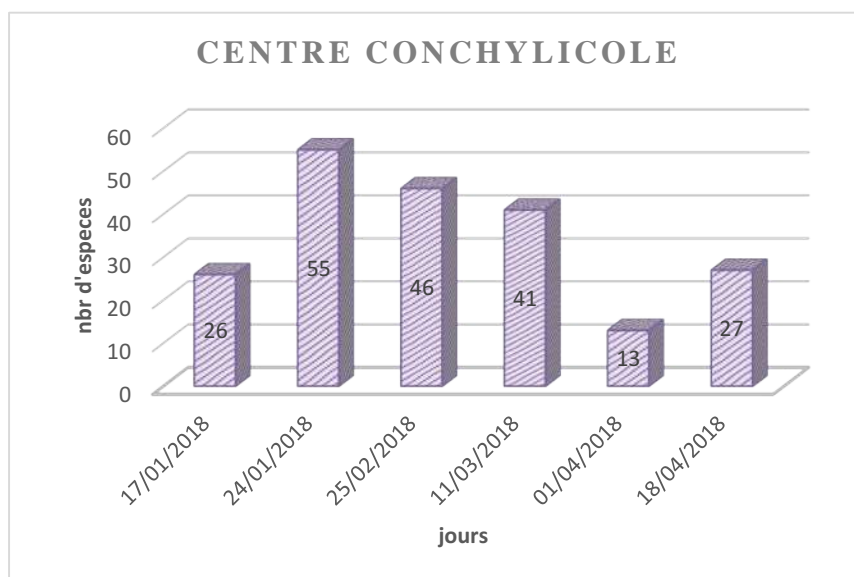


**Figure 20:** La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau de la plage Colonel Abbes.

## Résultats et discussions

### ❖ Station de référence « centre conchylicole » :

La richesse spécifique moyenne au niveau de la station centre conchylicole est de **104** espèces, dont **73.07%** de diatomées, avec une richesse maximale de **55** espèces en 24 janvier et richesse minimale de **13** espèces au 1<sup>er</sup> janvier. (Voir figure 21).



**Figure 21:** La variation temporelle de la richesse spécifique au niveau du « centre conchylicole »

Par ailleurs, la variation de la température présente une influence directe sur la répartition et la distribution des communautés phytoplanctoniques.

En effet, durant la période d'échantillonnage nous avons assisté à l'apparition d'une marée rouge le **17 avril 2018**, Une prolifération de phytoplancton a été signalée au niveau de station 4 (centre conchylicole) dans la région côtière de BOU-ISMAIL.

Un échantillon a été prélevé, le jour même, et la présence du phytoplancton du genre *Noctiluca* a été confirmée (Voir figure 22).

Nous avons compté 4280 cellules/litre de *Noctiluca scintillans*



**Figure 22:** L'espèce *Noctiluca scintillans*

## Résultats et discussions

D'après Gabellec & Chauvi. 2014 Le développement de cette espèce Phytoplanctonique est souvent à relier avec certaines conditions hydro climatiques :

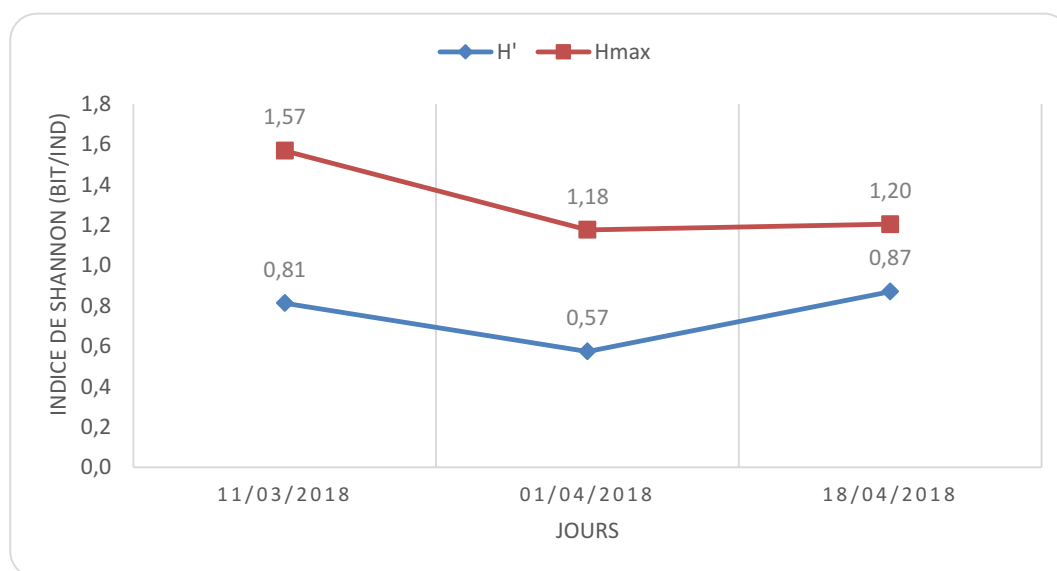
- absence ou vents faibles (faible brassage vertical)
- Réchauffement des eaux favorisant la Stratification des eaux côtières.

### III -2-2 Indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal(Hmax) :

#### ❖ Station Oued Mazafran :

L'indice de diversité de Shannon H pour les trois mois de prélèvement, donne pour les échantillons de 11 mars et 1<sup>er</sup> avril une valeur de **0.81** et **0.57 bit/ind** très faible par rapport aux valeurs de Hmax respectivement **1.57** et **1.18 bit/ind** avec un rapport (H'/Hmax) qui ton vers **0**. Ce qui signifie une présence d'une ou d'un petit nombre espèces dans la population. Ce qui est confirmé par l'indice d'équitabilité avec **J' = 0.483** et **J'= 0.516**ce qui traduit une dominance d'espèces (*Chlorella vulgaris*, *Euglena sp*).

Dans l'échantillon de 18 avril on note que les deux indice H' et Hmax sont plus proches, avec **J'= 0.725** qui traduit une tendance à l'équipartition des individus des espèces. (Voir figure 23).



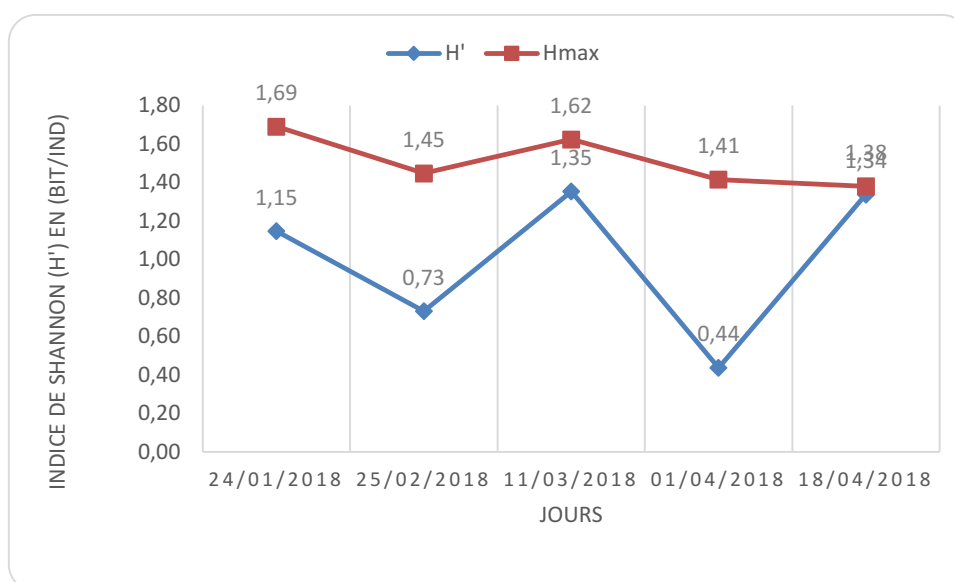
**Figure 23:** Evolution des valeurs temporelle de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau de la station « Oued Mazafran ».

## Résultats et discussions

### ❖ Station de l'embouchure :

L'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) pour les quatre mois de prélèvement, donne pour les échantillons de 24 Janvier, 25 Février et 1<sup>er</sup> avril une valeur respectivement de **1.15**, **0.73** et **0.44 (bit/ind)** très faible par rapport aux valeurs de  $H_{max}$  respectivement **1.69**, **1.45** et **1.4 (bit/ind)** avec un rapport ( $H'/H_{max}$ ) qui tend vers **0**. Ce qui signifie une dominante d'une ou d'un petit nombre espèces dans la population. Ce qui est confirmé par l'indice d'équitabilité avec  $J'=0.68$ ,  $J' =0.51$  et  $J'=0.42$  ce qui traduit une dominance d'espèces à savoir : *Euglena sp*, *Gyrodinium sp*.

Par contre, dans l'échantillon de 11 Mars et 18 avril on marque que les deux indice  $H'$  et  $H_{max}$  sont plus proches, avec  $J'= 0.83$  et  $J'=0.97$  qui traduit une tendance à un équilibre. (Voir figure 24).



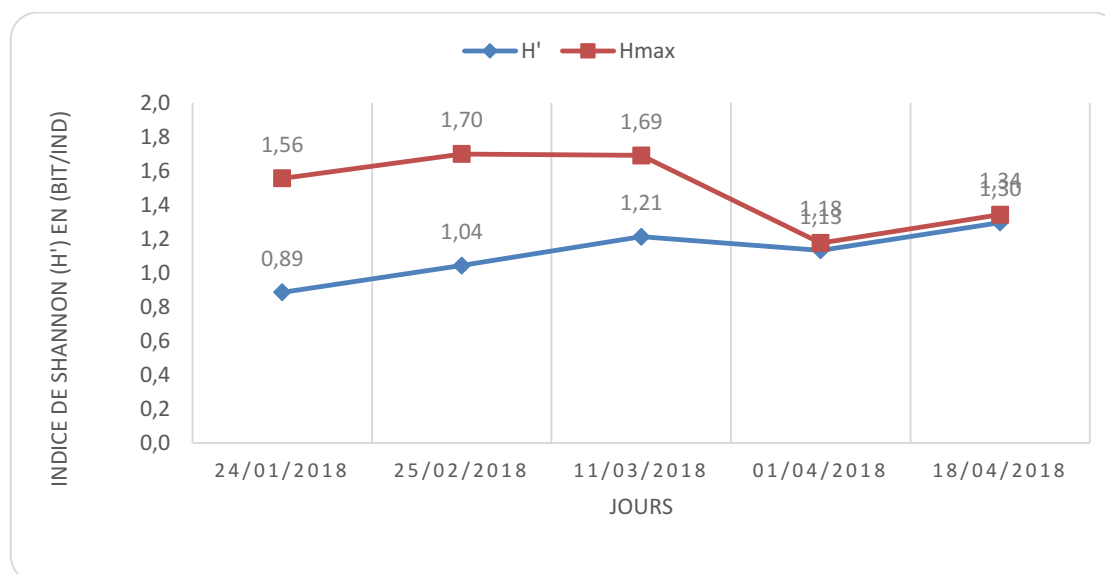
**Figure 24** : Evolution des valeurs temporelle de l'indice de Shannon ( $H'$ ) et l'indice de Shannon maximal ( $H_{max}$ ) au niveau de la station « L'embouchure ».

### ❖ Station de la plage Colonel Abbès :

Dans cette stations on note que L'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) donne pour les échantillons de 24 Janvier, 25 Février et 11 mars une valeur de **0.89**, **1.04** et **1.21 (bit/ind)** beaucoup faible par rapport aux valeurs de  $H_{max}$  respectivement **1.56**, **1.70** et **1.69 (bit/ind)** avec un rapport ( $H'/H_{max}$ ) ton ver 0. Ce qui signifie une dominance d'une ou d'un petit nombre espèces dans la population. Ce qui est confirmé par l'indice d'équitabilité avec  $J'=0.57$ ,  $J' =0.61$  et  $J'=0.72$  ce qui traduit une dominance d'espèces (*Euglena sp*).

## Résultats et discussions

Par ailleurs, dans l'échantillon de 1er et 18 avril on marque que les deux indice H' et Hmax sont très proches, avec  $J' = 0.96$  et  $J' = 0.97$  qui traduit une tendance à l'équipartition des individus dans les espèces. (Voir figure 25).



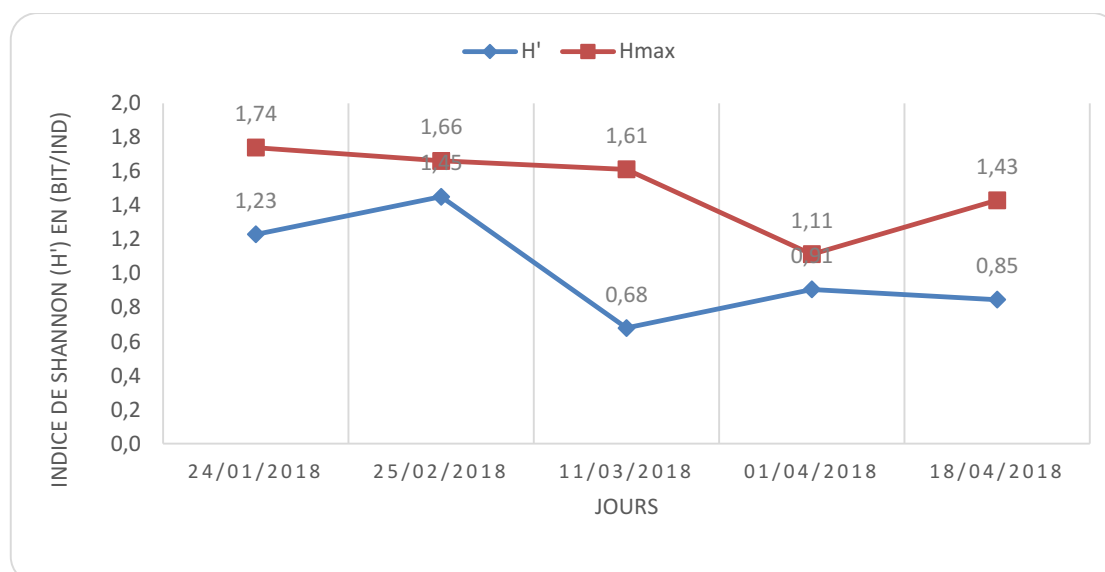
**Figure 25** : Evolution des valeurs temporelle de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau de la station « la plage colonel Abbes ».

### ❖ Station du centre conchylicole :

Pour la station de vivier on note que l'indice de diversité de Shannon (H') donne pour les échantillons de 24 Janvier, 11 mars et 18 avril une valeur de **1.23**, **0.68** et **0.85** (bit/ind) beaucoup faible par rapport aux valeurs de Hmax respectivement **1.74**, **1.61** et **1.43** (bit/ind) avec un rapport (H'/Hmax) tend vers 0. Ce qui signifie une dominance d'une ou d'un petit nombre espèces dans la population. Ce qui est confirmé par l'indice d'équitabilité avec  $J' = 0.57$ ,  $J' = 0.61$  et  $J' = 0.72$  ce qui traduit une dominance d'espèces (*Haematococcus pluvialis*, *Fibrocapsa sp.*).

Par ailleurs, dans l'échantillon de 25 février et 1<sup>er</sup> avril on remarque que les deux indice H' et Hmax sont très proches, avec  $J' = 0.87$  et  $J' = 0.81$  qui traduit une tendance à l'équipartition des individus dans les espèces. . (Voir figure 26).

## Résultats et discussions



**Figure 26 :** Evolution des valeurs temporelles de l'indice de Shannon (H') et l'indice de Shannon maximal (Hmax) au niveau du site « centre conchylicole ».

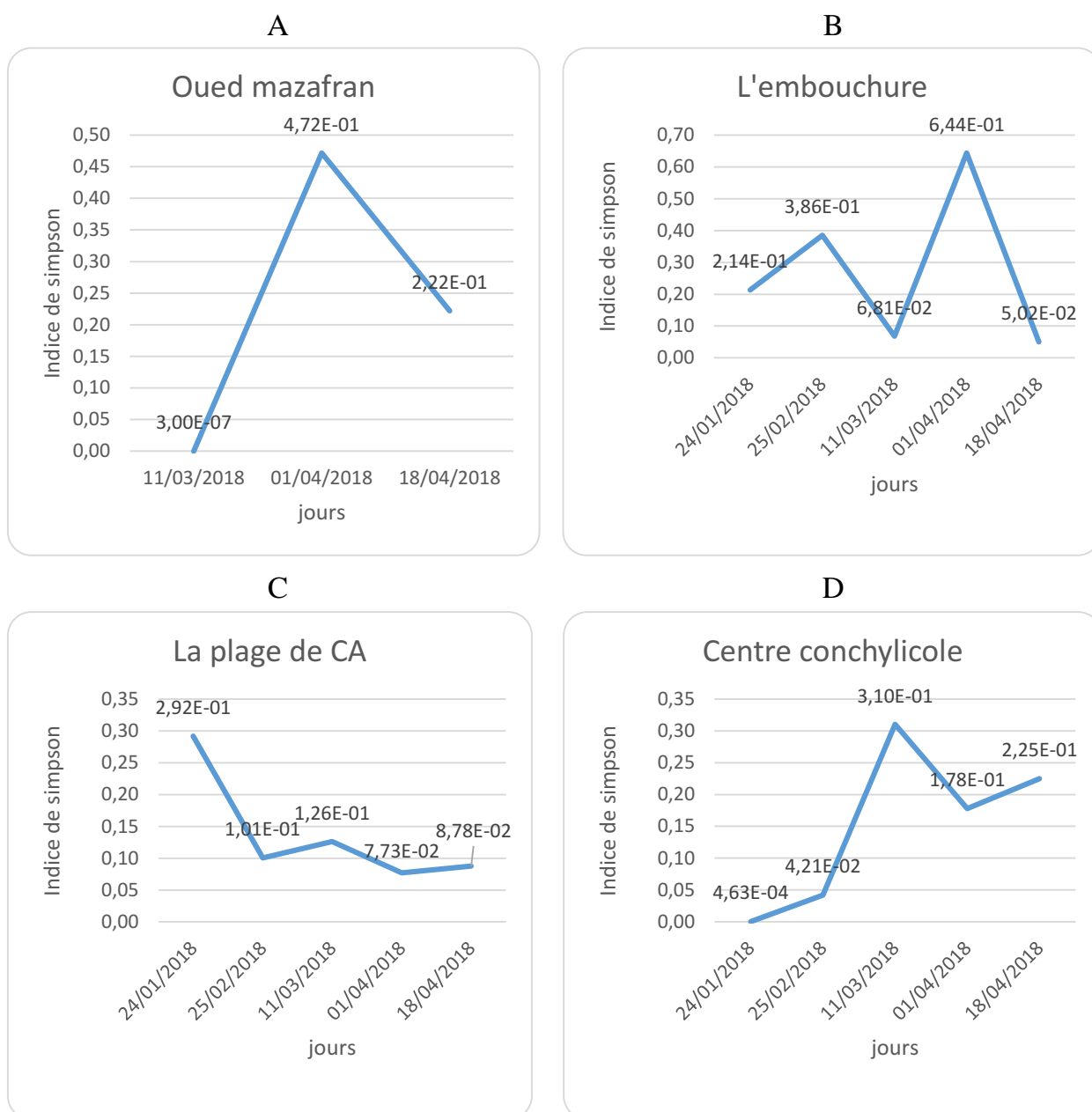
### III-2-3 L'indice de Simpson :

Cet indice est considéré comme une confirmation des résultats obtenue par l'indice de diversité de Shannon (H').

Après l'analyse des résultats obtenu par cet indice, nous avons des valeurs tend vers **0**, qui indique la présence de grand nombre des taxons phytoplanctoniques et une forte diversité.

Par contre on a marqué des pics au 1<sup>er</sup> avril au niveau de l'oued dont **L=0.47** et au niveau de l'embouchure dont **L=0.64**. Ces valeurs représente la disparition de quelques espèces qui est due à la présence d'état de stress et de condition défavorable qui ralentisse la survie et le développement de phytoplancton tel que la variation de la salinité et la fort turbidité de l'eau. (Voir figure 27).

## Résultats et discussions



**Figure 27** : L'évolution des valeurs temporelle de l'indice de Simpson au niveau de chaque station.

### III -2-4 Diagrammes Rangs-Fréquences :

La comparaison des diagrammes rang-fréquence temporelles obtenus pour les quatre stations que nous avons étudiés permet de les situer par rapport aux trois stades de [Frontier \(1976\)](#).

## Résultats et discussions

Le suivi des stades d'évolution des populations phytoplanctoniques au niveau d'Oued Mazafran, l'embouchure et la plage Colonel Abbes, ainsi que le site de référence « le centre conchylicole » dans la baie de Bou-Ismaïl, nous avons permis de caractériser les populations de la zone étudiée.

### ❖ Oued Mazafran :

Nous avons pour le premier échantillon du 11 Mars, un diagramme rang-fréquence avec un palier et trois espèces dominantes avec une fréquence qui dépasse les **10%**, ce qui représente le stade 2.

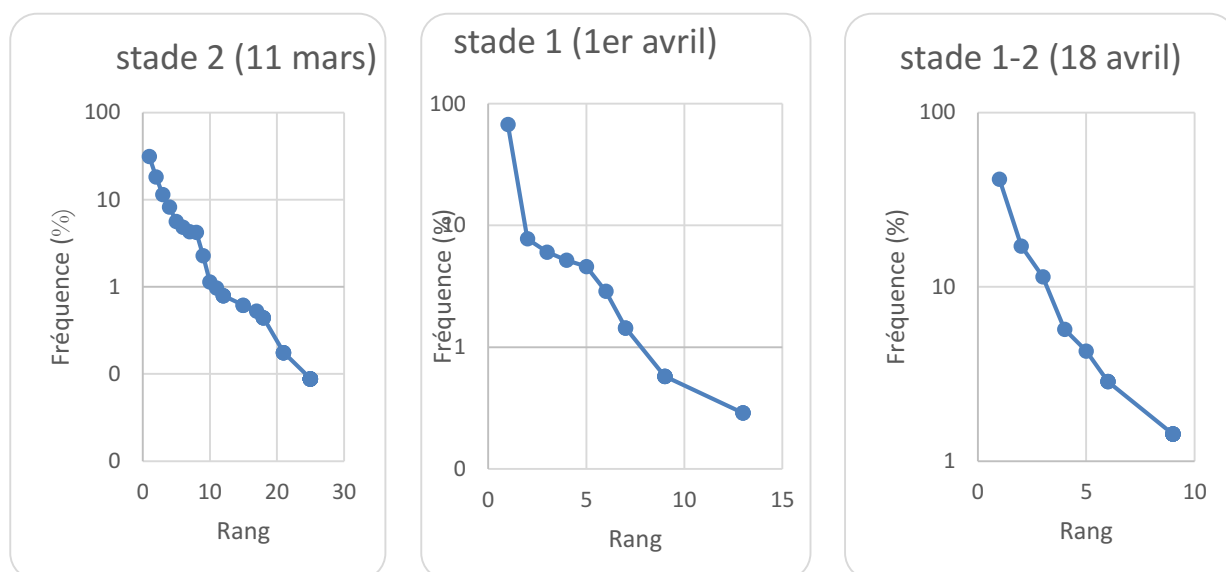
En ce qui concerne l'échantillon du 1<sup>er</sup> avril, on a un diagramme rang-fréquence avec une espèce qui domine laquelle nous pouvons l'appeler une espèce pionnière, ce qui représente une population phytoplanctonique au stade 1 et un début de succession.

Pour le diagramme rang fréquence du 18 avril nous avons, un stade qui évolue entre 1 et 2 représentant une communauté phytoplanctonique relativement structurée avec une diversité élevée et une dominance de plusieurs espèces qui ont des fréquences supérieures à **10%**, la majorité est des diatomées. (Voir figure 28 et tableau 4).

**Tableau 4 :** Les espèces dominantes par échantillon.

| Date     | Espèce dominantes   |
|----------|---|
| 11 mars  | - <i>Haematococcus pluvialis</i> <b>31.31%</b><br>- <i>Rhoicosigma compactum</i> <b>18.29%</b><br>- <i>Actinoptychus sp</i> : <b>11.43%</b> (rare). |
| 1 avril  | - <i>Euglena sp</i> avec en fréquence relative major de <b>67.53%</b> .   |
| 18 avril | ❖ <i>Navicula sp</i> : <b>41.43%</b><br>❖ <i>Actinoptychus sp</i> : <b>17.14%</b> ;<br>❖ <i>Euglena sp</i> : <b>11.43%</b> (rare).                  |

## Résultats et discussions



**Figure 28** : Diagrammes rangs-fréquences par prélèvement de station « Oued Mazafran ».

### ❖ Station plage de colonel Abbas :

Dans des échantillons de 24 janvier, 25 février et 11 mars, on a un diagramme rang-fréquence instable avec des paliers, relativement structuré dans leurs communautés phytoplanctoniques, avec une à deux espèces pionnières qui dépassent les **10%** de fréquence. Ce qui représente le stade 1. (Voir figure 29 et tableau 5).

**Tableau 5** : Les espèces dominantes par échantillon au niveau de la station plage colonel Abbas.

|               |  |
|---------------|--|
| Au 24 janvier | - <i>Euglena sp</i> : <b>50.66%</b> .<br>- <i>Coscinodiscus sp</i> : <b>17.18%</b> . |
| Au 25 février | - <i>Euglena sp</i> : <b>27.74%</b> .  |
| Au 11 mars    | - <i>Euglena sp</i> : <b>28.52%</b> .<br>- <i>Nietzsche sp</i> : <b>16.97%</b> .     |

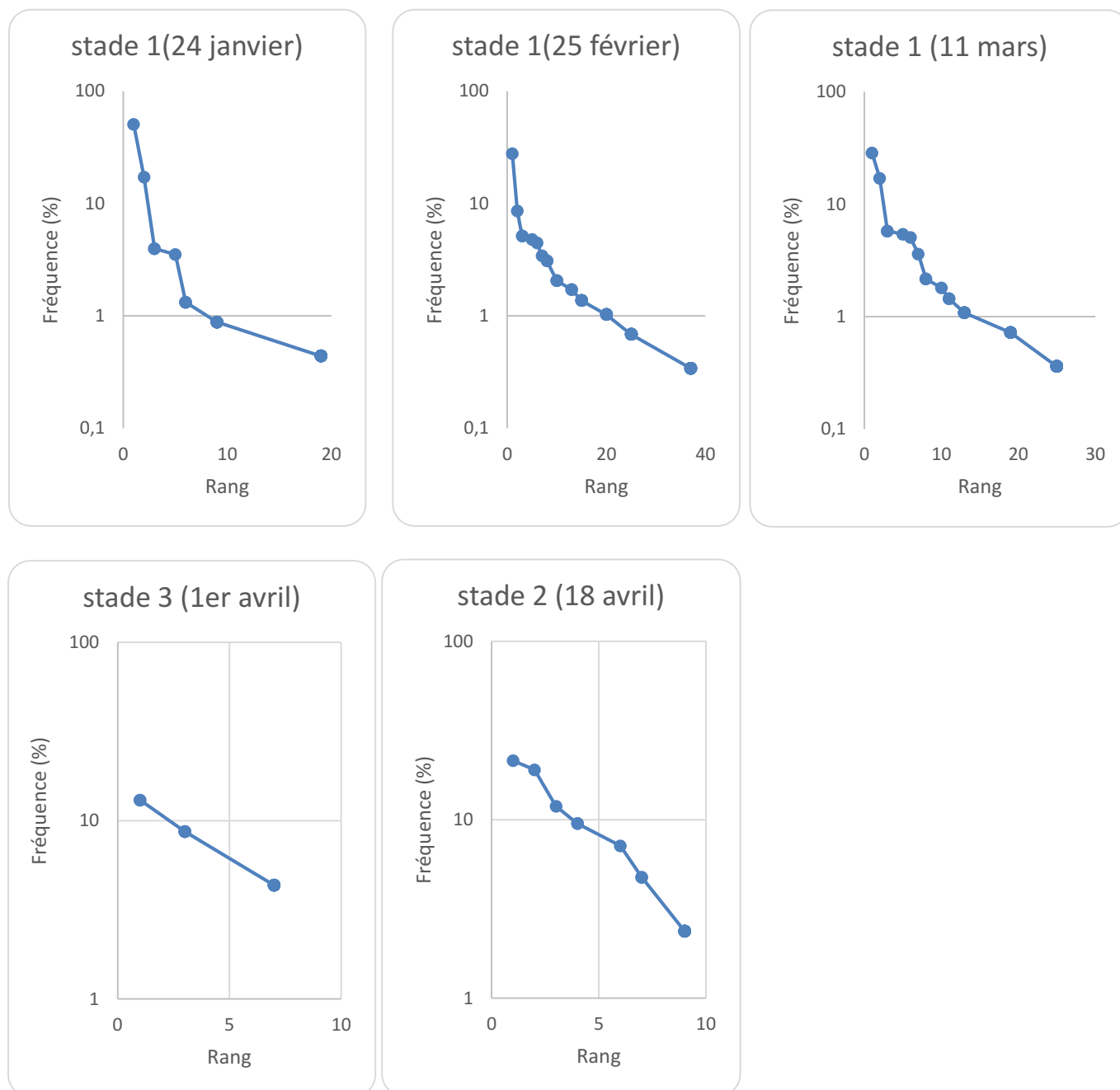
Les communautés phytoplanctoniques dans l'échantillon du 1<sup>er</sup> et de 18 avril, sont à un stade compris entre 2 et 3 ou on observe un début de maturité dans les espèces du 1<sup>er</sup> rang et le début de disparition des espèces du dernier rang, avec l'abondance de quelques espèces majoritairement diatomiques. (Tableau 6).

Ce sont dans l'ordre suivant :

## Résultats et discussions

**Tableau 6** : Les espèces dominantes par échantillon au niveau de la plage colonel Abbes.

|              |   |
|--------------|---|
| Au 1er Avril | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Ceratium sp</i>: <b>13.04 %</b></li> <li>- <i>Gonatozygon sp</i>: <b>13.04%</b>.</li> </ul> |
| Au 18 Avril  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Navicula sp</i>: <b>52.38 %</b>.</li> </ul>   |



**Figure 29** : Diagramme rang-fréquence par prélèvement de station plage de colonel Abbes.

## Résultats et discussions

---

### ❖ Station l'embouchure :

Durant la période de suivi de ce site, nous avons obtenu un diagramme rang-fréquence avec un forte dominant des espèces de 1<sup>er</sup> rang dans l'échantillon de 24 janvier, 25 février et 1<sup>er</sup> avril, indiquant un stade 1. (Voir figure 30 et tableau 7).

En effet les taxons qui ont les fréquences  $\geq 10\%$  sont ;

**Tableau 7 :** Les espèces fréquentes par échantillon au niveau de l'embouchure.

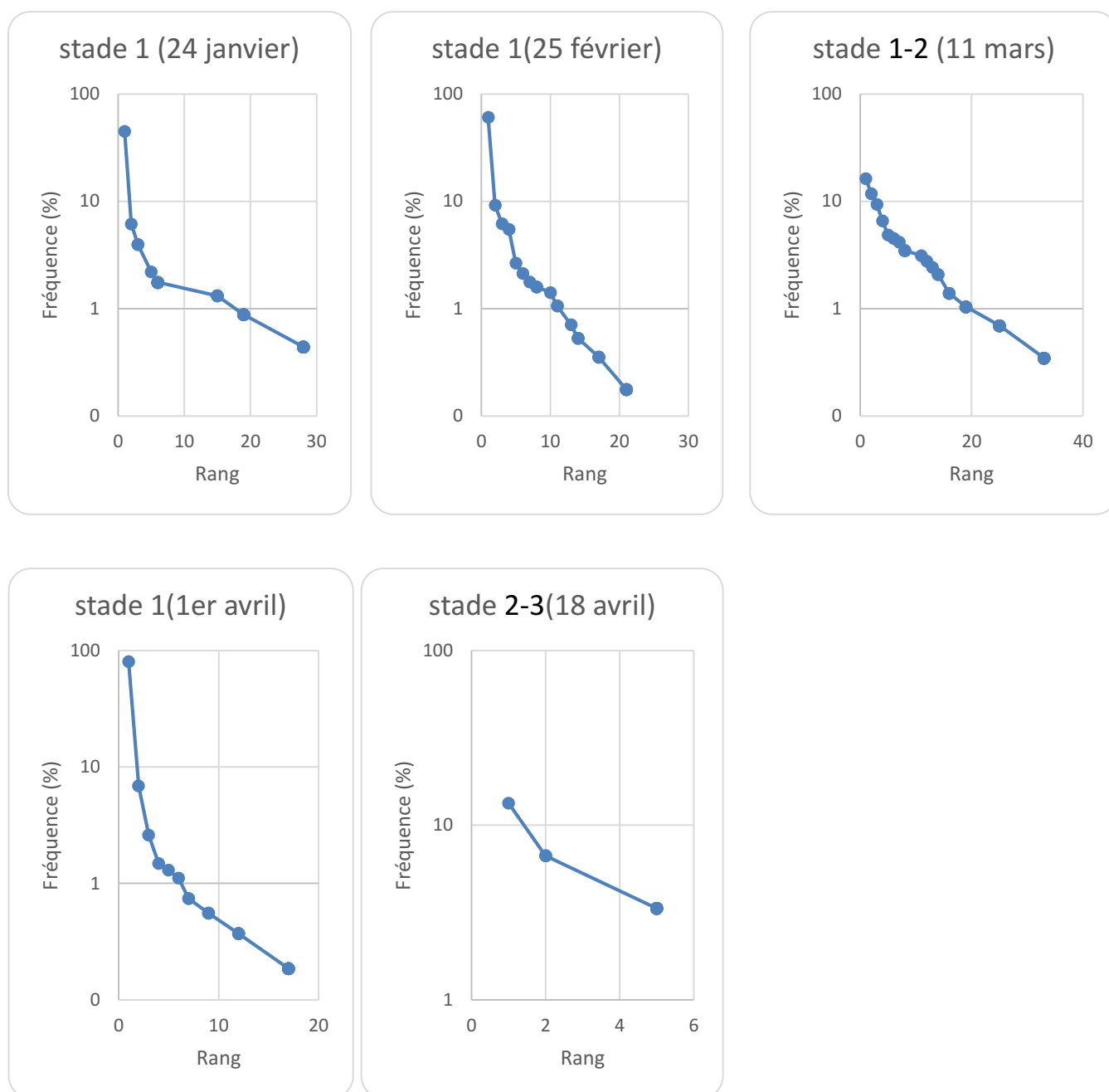
|               |   |
|---------------|---|
| Au 24 janvier | ❖ <i>Euglena sp</i> : <b>44,93%</b> .     |
| Au 25 février | ❖ <i>Gyrodinium sp</i> : <b>60.64%</b> .  |
| Au 1er avril  | ❖ <i>Gyrodinium sp.</i> : <b>79.85%</b> . |

Par contre, les échantillons de 11 mars et 18 avril présentent une évolution. En effet, le premier échantillon est entre le stade 1-2 et le deuxième échantillon entre le stade 2-3. (Voir figure 30 et Tableau 8).

**Tableau 8 :** Les espèces qui ont une fréquence qui dépasse 10% au niveau de l'embouchure.

|             |  |
|-------------|--|
| Au 11 mars  | ❖ <i>Flagilaria pulchella</i> avec <b>16.32%</b> .<br>❖ <i>Euglena sp</i> avec <b>11.81%</b> . |
| Au 18 avril | ❖ <i>Flagilaria pulchella</i> ; <b>13.33%</b> .  |

## Résultats et discussions



**Figure 30 :** Diagrammes Rangs-Fréquences par prélèvement de la station « l'embouchure »

### ❖ Station Centre Conchylicole :

Durant la période du suivi des populations phytoplanctoniques de ce site, nous avons observé que DRF des échantillons du 24 janvier, 11 mars, 1<sup>er</sup> et 18 avril représentent le stade 1 avec des espèces du 1<sup>er</sup> rang (pionnières) plus abondante. Début de succession avec une communauté phytoplanctonique diversifiée et un peu structurée. (Voir figure 31).

## Résultats et discussions

---

Les espèces qui ont la fréquence un peu élevée sont : (tableau 9).

**Tableau 9** : Les espèces dominantes par échantillon au niveau de la station centre conchylicole.

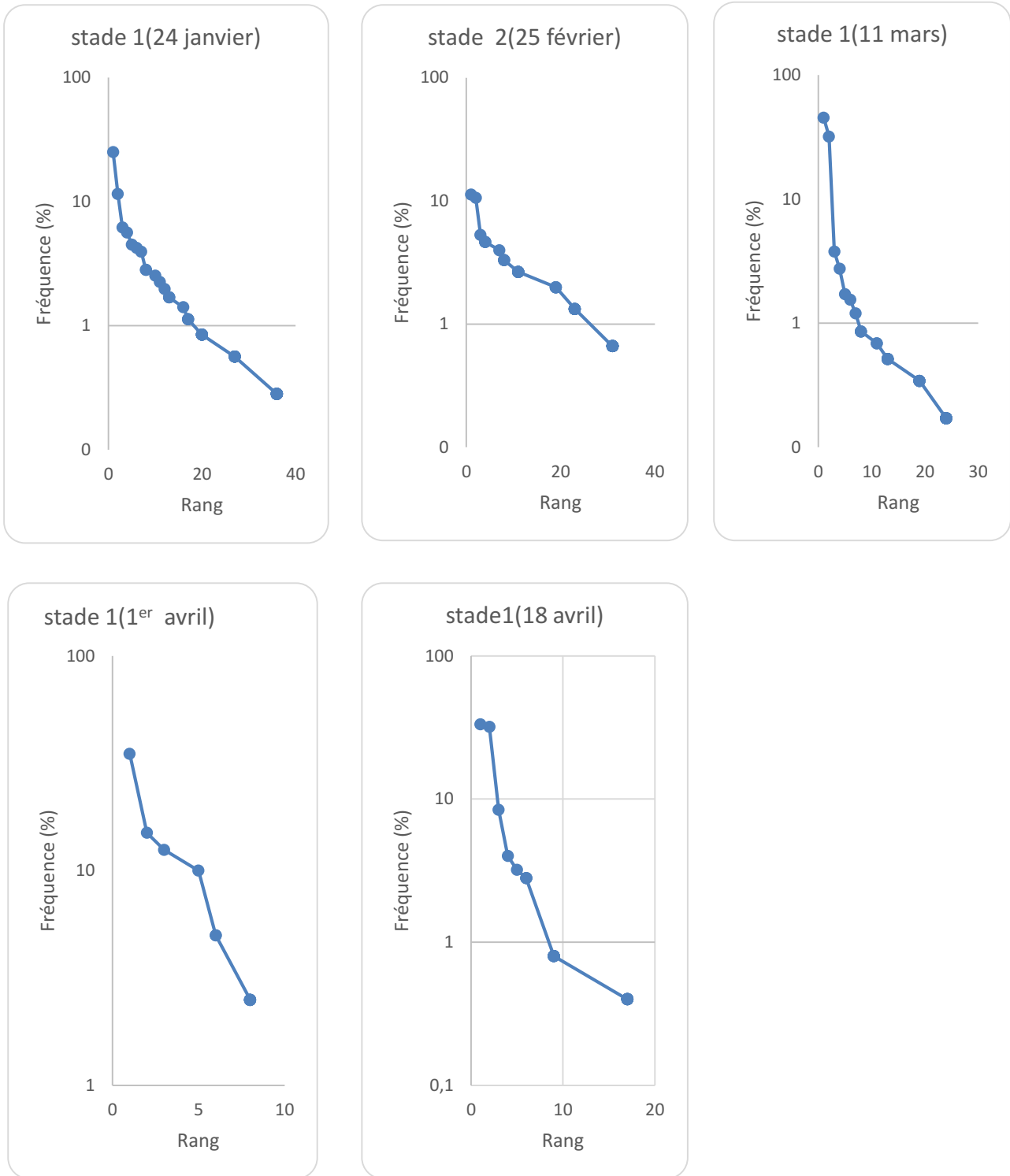
|                          |   |
|--------------------------|---|
| Au 24 janvier            | - <i>Euglena sp</i> : <b>25.07%</b> .<br>- <i>Licmophora Ehrenbergi</i> : <b>11.55%</b> .   |
| Au 18 Avril              | - <i>Euglena sp</i> : <b>33.2%</b> .<br>- <i>Stephanodiscus hantzschii</i> : <b>32%</b> .   |
| Au 1 <sup>er</sup> avril | - <i>Polykrikos Schwartzi</i> : <b>35%</b><br>- <i>Polykrikos</i> : <b>15%</b> .<br>- <i>Melosira moniliformis</i> : <b>12.5%</b> . |
| Au 11 Mars               | - <i>Haematococcus pluvialis</i> : <b>45.28%</b> .<br>- <i>Fibrocapsa sp</i> : <b>31.90%</b> .                                      |

Par contre, dans les échantillons de 25 février nous avons un diagramme au stade 2 avec une communauté qui commence à ce structurée.

En effet, les espèces dont une fréquence  $\geq 10\%$  sont :

- *Euglena sp* : **11.26%**.
- *Polykrikos* : **10.60%**.

# Résultats et discussions



**Figure 31 :** Diagrammes rangs-fréquences par prélèvement de la station « centre conchylicole ».

## Résultats et discussions

---

### III-3 L'analyse quantitative :

#### III-3-1 L'abondance :

Durant la période d'étude de la communauté phytoplanctonique, nous avons marqué des fortes variations observables au niveau des sites étudiés.

En effet, la densité maximale a été observée dans l'échantillon de mois de Mars au niveau de la station de l'Oued avec **11370 cells/L**. par contre la densité minimale a été enregistrée dans l'échantillon de 1<sup>er</sup> avril de **230 cells/L**. au niveau de la station centre conchylicole et la plage colonel abbés.

En générale nous remarquons les plus importantes abondances ont été enregistrées dans les échantillons de 11 Mars au niveau de l'oued avec **11370 cells/L** ainsi les échantillons de 25 février et 1<sup>er</sup> avril au niveau de l'embouchure avec **5640 cells /L** et **5410 cells /L**.

Aussi, nous avons observé des abondances moyennes durant le mois de janvier, février et mars au niveau de station « la plage colonel Abbés » et station « centre conchylicole » qui est comprise entre **1270 et 2910 cells/L**. par contre on a marqué une densité plus faible au mois d'avril comprise entre **230 et 510 cells/L** dans ces mêmes stations. (voir tableau 10).

Aussi nous avons remarqué que l'embouchure de l'oued présente des abondances plus importantes en comparaison avec les autres stations, cela pourrait être due aux conditions d'enrichissement continue de la zone.

Nous remarquons la présence des espèces qui supportent la variation de la salinité qui sont nommées par des taxons euryhaline tel que les espèces (*flagilaria pulchella* et *craticula halophila*).

Par contre, nous signalons une faible densité dans les échantillons de 18 avril au niveau de toutes les stations ainsi que dans les échantillons de 1 avril pour la station d'eau de mer qui peut être due au fort turbidité de l'eau qui limite grandement le taux de croissance de phytoplancton (Desmit et al. 2005 ; Muylaert et al. 2005). Ainsi que le volume d'eau s'écoule dans l'estuaire qui représente un facteur important concernant la régulation du développement saisonnier

du phytoplancton dans cet estuaire (Muylaert et al, 2005 ; Arndt et al, 2007).

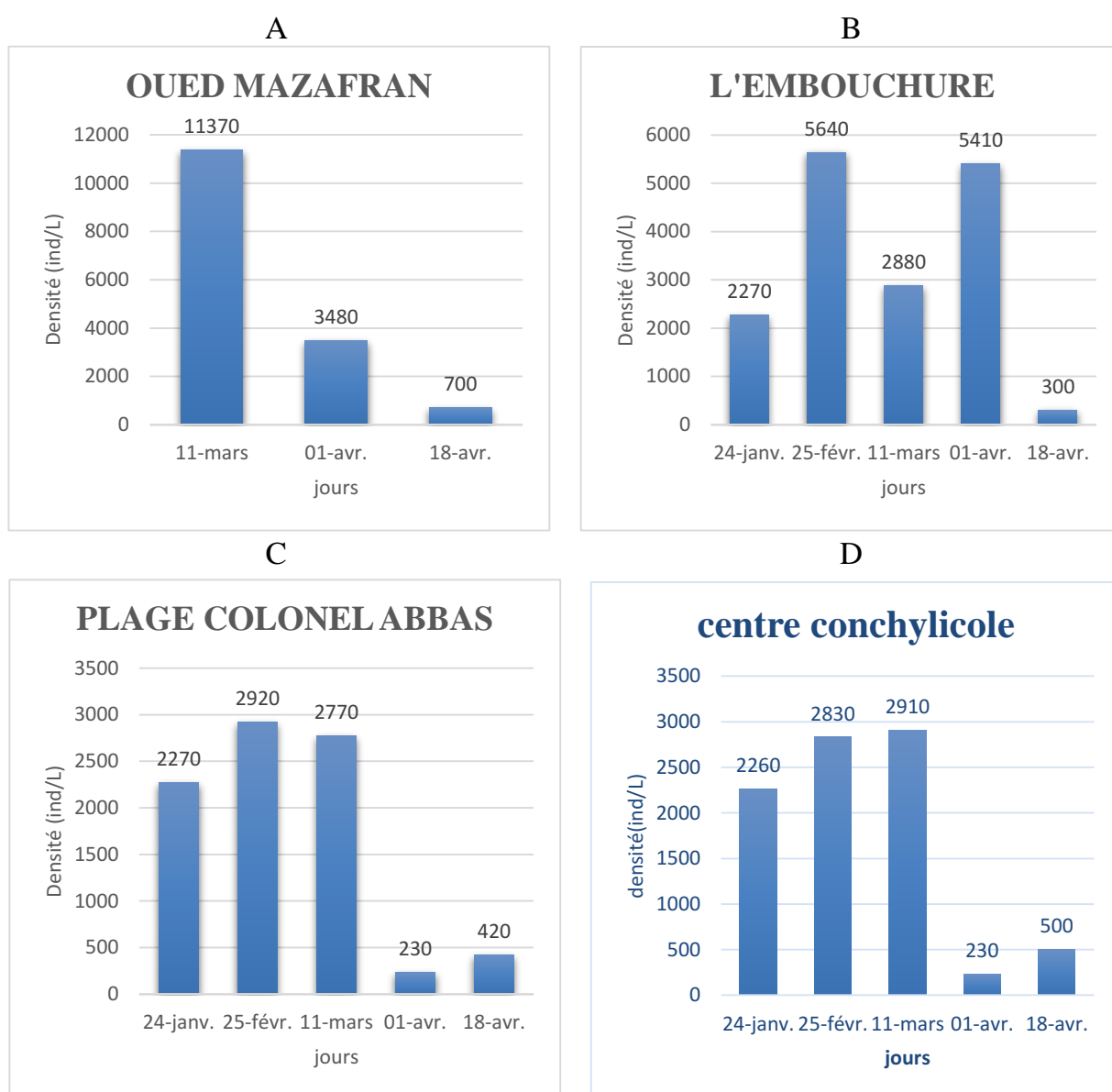
## Résultats et discussions

**Tableau 10** : Les espèces dominantes dans chaque échantillon des stations étudié.

| Date       | Station                   | L'espèces                       | Abondance(cell/L) |
|------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|
| 24/01/2018 | l'embouchure              | <i>Euglena sp</i>               | 1020              |
|            | la plage de colonel Abbas | <i>Euglena sp</i>               | 1150              |
|            | centre conchylicole       | <i>Euglena sp</i>               | 890               |
| 25/02/2018 | l'embouchure              | <i>Gyrodinium sp</i>            | 3420              |
|            | la plage de colonel Abbas | <i>Euglena sp</i>               | 810               |
|            | centre conchylicole       | <i>Euglena sp</i>               | 17.               |
| 11/03/2018 | L'oued mazarfran          | <i>Chlorella Vulgaris</i>       | 3560              |
|            | l'embouchure              | <i>flagilaria pulchella</i>     | 470               |
|            | la plage de colonel Abbas | <i>Euglena sp</i>               | 790               |
|            | centre conchylicole       | <i>Haematococcus pluviialis</i> | 2640              |
| 01/04/2018 | L'oued mazarfran          | <i>Euglena sp</i>               | 2350              |
|            | l'embouchure              | <i>Gyrodinium sp</i>            | 4320              |
|            | la plage de colonel Abbas | <i>Gonatozygon sp</i>           | 30                |
|            |                           | <i>Ceratium SP</i>              | 30                |
|            | centre conchylicole       | <i>Polykrikos schwartzii</i>    | 140               |
| 18/04/2018 | L'oued mazarfran          | <i>Navicula sp</i>              | 290               |
|            | l'embouchure              | <i>flagilaria pulchella</i>     | 40                |
|            | la plage de colonel Abbas | <i>Navicula sp</i>              | 90                |
|            | centre conchylicole       | <i>Euglena sp</i>               | 830               |

➤ La densité cellulaire du phytoplancton : (voir figure 32).

## Résultats et discussions

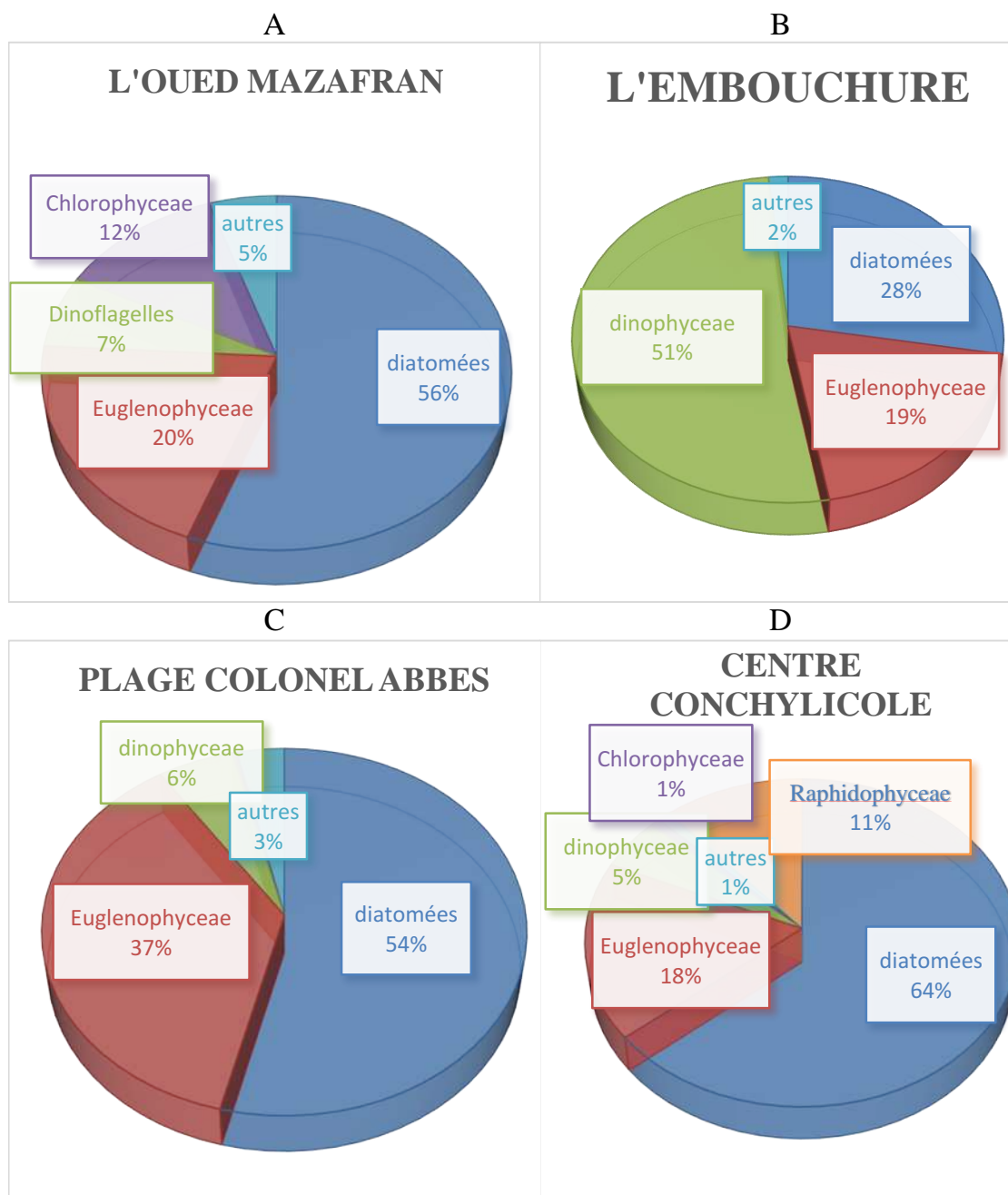


**Figure 32 :** La densité cellulaire du phytoplancton en fonction du temps au niveau de chaque site étudié.

En générale, l'analyse quantitative des communautés phytoplanctoniques de la totalité des échantillons des stations étudiées, montre que **les diatomées** représentent la classe dominante au niveau des stations de l'oued, la plage de Colonel Abbas et le centre conchylicole. Suivi par la classe **des euglenophyceae** puis les autres classes.

Par contre, on remarque une dominance de la classe de **dinophyceae** au niveau de l'embouchure qui due à la forte densité du genre *Gyrodinium sp.* (voir figure 33)

## Résultats et discussions



**Figure 33** : Proportion totale des classes de phytoplancton par station.

### III -4 Discussions générale :

Pour suivre la dynamique des communautés phytoplanctoniques dans une zone estuarienne « cas d'Oued Mazafran » nous avons effectué plusieurs prélèvements durant la saison hivernale et le début de la saison printanière.

## Résultats et discussions

---

Notre résultats d'analyse qualitative et quantitative montre que l'évolution de la population phytoplanctoniques et ses distributions sont instables et présentent des situations de stress.

La comparaison, des résultats obtenus dans les trois stations de la zone estuarienne avec la station de référence «centre conchylicole », par rapport à la richesse spécifiques et les indices de diversité ainsi que l'abondance montrent que la zone estuarienne présente des conditions particulières qui influence le développement des populations de phytoplancton d'une manière plus importantes que la zone de référence.

En effet, ces conditions peuvent être dues :

- À la variation du gradient de salinité qui influence directement sur l'écologie et le développement des groupes phytoplanctoniques principalement la classe des diatomées.
- Ainsi que la fort turbidité d'eau qui limite grandement le taux de croissance (Desmit et al, 2005 ; Muylaert et al, 2005).
- La quantité d'eau s'écoulant dans l'estuaire est aussi un facteur important concernant la régulation du développement saisonnier du phytoplancton dans cet estuaire (Muylaert et al, 2005 ; Arndt et al, 2007).
- La variation de température qui favorise l'apparition des proliférations algales.

# *Conclusion*

# Conclusion

---

## Conclusion :

Le suivi de dynamique des communautés phytoplanctoniques dans la zone estuarien de l'oued mazafran nous a permis de mettre en évidence le fonctionnement de trois écosystèmes différents d'un point de vue faunes et les flores, ainsi que les conditions du milieu.

En effet, l'oued mazafran, est caractérisé par une faible température qui est comprise entre un maximum de 18°C et un minimum de 12°C, et une moyenne de  $16.08 \pm 2.04$  °C. Et une salinité faible qui varie entre une 1.1 et 0.7 PSU donc un écosystème d'eau douce. Aussi En traduisent la présence des espèces d'eau douce tel que : *Chlorococcum sp* ; *Chlorella Vulgaris* ; *Cosmarium sp* ; *Closterium sp* ; *achnanthes flexella* (DeLLUomo, 2004).

L'embouchure de l'Oued est caractérisée par une valeur de température saisonnière normale et plus important par rapport à l'oued Mazafran. Cette dernière est comprise entre un maximum de 16.8 °C et un minimum de 14.09 °C avec une moyenne de  $15.96 \pm 0.53$  °C.

Et une fluctuation de la salinité entre un maximum de 36.89 PSU et un minimale de 30.8 PSU. Cela montre que cette zone est un point de contact et de mélange, entre l'eau douce et l'eau de mer, ou nous avons une présence des espèces qui tolèrent les conditions de cette zone (euryhaline) : à titre d'exemple : *craticula halophila*, *flagilaria pulchella* (DeLLUomo, 2004).

Aussi nous avons la présence d'espèce *Euglena sp* une espèce présente un peu partout, surtout en milieux riches en matières organiques qu'ils soient marins ou saumâtres, (De-Riviers, 2003).

En ce qui concerne la plage de colonel Abbes et la station centre conchylicole nous n'avons enregistré une grande différence entre ces deux écosystèmes. Nous avons une température comprise entre un minimum de 15.2 °C et un maximum de 16.07 °C avec une moyenne de  $15.88 \pm 0.32$ °C.

Aussi, nous avons enregistré une salinité qui varie entre 34 et 35 PSU sauf que le 18 avril au niveau de la plage de colonel Abbes nous avons noté une basse salinité avec un maximum de turbidité conséquence d'une crue importante de l'oued après de fortes précipitation d'eau douce « oued mazafran ».

## Conclusion

---

L'évaluation de la dynamique des populations de phytoplancton a permis de signaler des espèces rencontrées, qui ne supportent pas les fluctuations importantes de la salinité ce qui confirme que nous sommes dans un biotope marin.

A titre d'exemple : *Navicula sp* ; *Nitzschia sp* ; *Coscinodiscus sp* ; *Licmophora ehrenbergii* ; *Thalassiosira hyalina* ; *Nitzschia sp*.

Nos résultats de diagramme rang fréquence sur tous les échantillons des quatre stations ; station de l'oued, station de l'embouchure, station de la plage colonel Abbas et la station de centre conchylicole, montre que les successions des communautés phytoplanctoniques restent en générale au stade 1 et n'atteignent pas un stade 2 clair et jamais un stade 3. Ce qui indique que la région côtière de la baie de BOU-ISMAIL présente des conditions de stress continue. Ce stress peut-être causé par l'enrichissement continu du milieu et la pollution de la zone provoqué par l'Oued Mazafran.

Enfin il serait intéressant de continuer le suivi de ces écosystèmes durant la période estivale quand il y a diminution des précipitations et fermeture de la liaison entre l'Oued et la zone estuarienne afin de mieux comprendre les successions des populations phytoplanctoniques dans cette zone.

*Références  
bibliographiques*

## **Bibliographies :**

**Anda, V.D., Jaeger, J., Lam, J., Leon, K., Ostowari, M., Soberon, E., and Noren, A. (2014).** Phytoplankton Biological Community Assessment: Case Study at the Ballona Wetlands Ecological Reserve. 47.

**ANRH., (2013).** Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Alger : ANRH.

**Beisel, J-N ; peltre, M-C ; and Uesseaglio, pp., (2011).** impact de la pollution saline sur la biocénose aquatique de la Moselle. 60pp.

**Berabbeh, A et Tebrour, H., 2016.** Structure du phytoplanctone marin issu d'un échantillon de la coté de Béni-Saf et Ghazaouat. Memoire de Master.

**Boudjenah M., 2012.** Etude de la structure et de la dynamique des populations phytoplanctoniques des eaux marines côtières de la région de Mostaganem et d'Alger .Mémoire de Magister de l'université de MOSTAGANEM : 86p.

**Bougis P., 1974.** Ecologie du Plancton marins, Tome 1 : Le Phytoplancton : 38, 61, 81-84p.

**Bourrelly P., 1985.** Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. III. Les algues bleues et rouges, les Eulériens, Péridiniens et Cryptomonadines. 2e éd., Soc. Nouv. Ed. Boudée, Paris, 606 pp.

**Bourrelly P., 1966.** Les algues d'eau douces, Algues Vertes. Édition Boubée et Cie. Paris : 511p.

**Bourrelly P., 1970.** Les algues d'eau douces. Algues bleues et rouges. Edition Boubée et Cie. Paris : 572p.

**Braïk D J., 1989.** Etude de la dynamique sédimentaire devant Bou Ismail - Sédimentologie-Problèmes d'érosion du littoral-Aménagement. Thèse Magistère en Géologie. Alger : U.S.T.H.B, 1989. 174p.

**Cloutier, S. (1984).** Influence de la salinite sur la productivite du phytoplancton du fjord du Saguenay (Université du Québec à Chicoutimi).36p.

**Colyer, C.L., Kinkade, C.S., Viskari, P.J. et Landers, J.P. 2005.** Analysis of cyanobacterial pigments and proteins by electrophoretic and chromatographic methods. Analytical and Bioanalytical Chemistry. 382 : 559-569.

**Faust, M.A., and Gulledge, R.A. (2002).** Identifying Harmful Marine Dinoflagellates. 1-144.

**Figueroa-Torres, M.G., Arana-Magallón, F., Almanza-Encarnación, S., Ramos-Espinosa, M.G., Ferrara-Guerrero, M.J., Figueroa-Torres, M.G., Arana-Magallón, F., Almanza-Encarnación, S., Ramos-Espinosa, M.G., and Ferrara-Guerrero, M.J. (2015).** Microalgas del Área Natural Protegida Ejidos de Xochimilco San Gregorio Atlapulco, México. *CienciaUAT* 9, 15–29.

**Findley DL., Klingh HJ., 1994.** protocole de mesure de la biodiversité : Le phytoplancton d'eau douce. Ministère des pêches et océans Institut des eaux douces. 501 University Crescent Winnipeg (Manitoba) R3T2N6 Canada. 17P

**Frontier, S. (1976).** Utilisation de diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes.35-48.

**Ganf, G.G., Heaney, S.I. and Corry, J., 1991.** Light absorption and pigment content in natural populations and cultures of a non-gas vacuolate cyanobacterium *Oscillatoria bourrellyi* (= *Tychomema bourrellyi*). *Journal of Plankton Research*. 13 : 1101-1121.

**Hansen G., Turquet J., Quod J.P., Ten Hage L., Lugomela C., Kyewalyanga M., Hurbungs M., Wawiye P., Ogongo B., Tunje S. et Rakotoarinjanahary H., 2001.** Potentially Harmful Microalgae of the Western Indian Ocean. *Manuals and Guides* 41. P: 5, 79

**Hoppenrath, M., Elbrächter, M., and Drebes, G. (2009).** Marine phytoplankton: selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt (Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh).264p.

**Houari, A. (2009).** Diversité saisonnière des assemblages phytoplanctoniques dans la retenue de barrage de Sidi-Yacoub (Chlef). Impact des facteurs biotiques et abiotiques sur l'évolution de la qualité de l'eau. HASSIBA BEN BOUALI.91-95p.

**Hurlbert S. H., 1971.** The non-concept of species diversity : A critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.

**Iglesias-Rodriguez, M.D., Schofield, O.M., Batley, J., Medlin, L.K. et Hayes, P.K.2006.** Intraspecific genetic diversity in the marine coccolithophore *Emiliania huxleyi* (Prymnesiophyceae): The use of microsatellite analysis in marine phytoplankton population studies. *Journal of phycology*. 42 : 526-536.

**Iwai, M., and Winter, D. (2002).** 35. DATA REPORT: TAXONOMIC NOTES OF NEOGENE DIATOMS FROM THE WESTERN ANTARCTIC PENINSULA: OCEAN DRILLING PROGRAM LEG 178. 57.

**Jeffrey S.W., Mantoura R.F.C., Wright S.W. (1997a)** Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods. *Monographs on oceanographic methodology*, UNESCO publishing.661pp.

**John, D.M. 1994.** Alternation of generations in algae: its complexity, maintenance and evolution. *Biology Review*. 69: 275-291.

- Kugrens, P. et Clay, B.L. 2003.** Cryptomonads. *Dans : Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification.* Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.32-40
- Le Cohu, R., and Maillard, R. (1986).** Diatomées d'eau douce des îles Kerguelen (à l'exclusion des Monoraphidées). *Ann. Limnol.* 22, 99–118.
- Mann K.H. et Lazier J.R.N., 1966.** Dynamics of marine's ecosystems. Blackwell Science Inc. 394p.
- Margulis L., Schwartz K., (1998).**Five kingdoms. An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth, W.H. Freeman, New York, 448 pp.
- Neaud-Masson, N. (2015).** Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique photonique-Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY. Document de méthode.44-46 p.
- NEZAN, E. (1997).** Guide pratique à l'usage des analystes du Réseau National de Surveillance du phytoplancton. 31.
- Noël Grogaa., 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Côte d'Ivoire) / Thèse d'écologie fonctionnelle Université de Toulouse, INP-Ensat. 141p.
- Ott, D.W. et Oldham-Ott, C.K. 2003.** Eustigmatophyte, Raphidophyte and Tribophyte Algae. *Dans : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification.* Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris
- Pauc H., 1989.** L'Intrusion saline et la dynamique des matériaux en suspension au contact fluvio-marin : Régime de crue et régime d'étiage dans l'Oued Mazafran (Ouest Algérois). Elsevier science publishers. *Marine Geology.* 1989, Vol. 87, 95-102pp.
- Peperzak L., Colijn F., Koeman R., Gieskes W.W.C., Joordens J.C.A., 2003.** Phytoplankton sinking rates in the Rhine region of fresh water influence. *J. Plankton. Res.* 25: 365-383.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. et Klein, D.A. (2003).** Microbiologie, 2ème édition. De boeck Université, Bruxelles. 64p.
- Reynolds C.S., 1998.** What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. *Hudrobiologia.* 11 (26): 369-370.
- Rosowski, J.R., 2003.** Photosynthetic Euglenoids. *Dans : Freshwater Algae of North America : Ecology and Classification.* Wehr, J.D. et Sheath, R.G. (eds). Academic Press, Paris.52p.

**Simboura N., Zenetos A., (2002).** Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new biotic index. *Med. Mar. Sci.*, 3(2) : 77-111.

**Sournia, A.** Diatomées planctoniques du canal de Mozambique et de l'île Maurice. 139p.

**Smayda T.J. (1998)** Patterns of variability characterizing marine phytoplankton, with examples from Narragansett Bay. *ICES Journal of Marine Science Vol.55, Issue4, pp.562-573*

**SMITH, W. (1853).** THE BRITISH DIATOMACEE.15p.

**Starmach, K., 1974.** Cryptophyceae, Dinophyceae, Raphidophyceae. Flora Slodkowodna Polski. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

**Stickney HL, Hood RR, Stoecker DK (2000).** The impact of mixotrophy on planktonic marine ecosystems. *Ecol. Model.*, 125 (2-3): 203-230.

**Stockner J.G., Antia, N.J. (1986)** Algal picoplankton from marine and freshwater ecosystems: A multidisciplinary perspective. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43 : 2472-2503.

**Teanpisut, K., and Patarajinda, S.** Species Diversity of Marine Planktonic Diatoms at Chang Islands, Trat Province. 12.

**Tlidjane I. (2013).** contribution a l'étude qualitative, quantitative et structurelle des populations de phytoplancton de la baie de Bou Ismail cas de site 'le vivier'.57p.

**Van Den Hoek C., Mann D.G., Jahns H.M., 1995.** Algae: An introduction to phycology. Cambridge University Press Publ., United Kingdom, 623 pp.

**Vidal, L.A., Ospino-Acosta, K., Linares-Vargas, K., and García-Urueña, R. (2017).** DIATOMEAS ASOCIADAS A MACROALGAS EN PLACAS PERMANENTES DE LA COLECCIÓN DEL PROFESOR GERMÁN BULA MEYER, UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA, COLOMBIA. *Bull. Mar. Coast. Res.* 46.

**Wetzel R.G. et Likens G. E., 2001.** Limnological Analyses, 3rd edition. Springer-Verlag. 429p.

**Y. del Amo (2014).** LE PHYTOPLANCTON et la CHLOROPHYLLE.

**Zeitzschel B., 1978.** Why study phytoplankton ? In: Sournia A (ed) Phytoplankton manual. Monographs on oceanographic methodology - UNESCO: 1-6p.

**R. Gabellec., J.Chauvin., 2014.** *Eaux colorées à Noctiluca scintillans* LER/MPL/Tm n° 2014.104

**Site web :**

- [www.Pagesperso-orange.fr](http://www.Pagesperso-orange.fr)
- [www.Algaebase.org](http://www.Algaebase.org).
- [www.plancton-du-monde.org](http://www.plancton-du-monde.org)

# *Annexes*

## Annexes :

### Annexe 1 : Liste des différentes espèces rencontrés au cours de notre étude.

| Classe des diatomées  |  |
|---|--|
| <p><b>Order :Achnanthes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cocconeis sp.</i></li> </ul> <p><b>Order :Bacillariales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Nitzschia sp</i></li> <li>• <i>Bacillaria sp</i></li> <li>• <i>Cylindrotheca sp</i></li> <li>• <i>Cylindrotheca sp.</i></li> <li>• <i>Licmophorae hrenbergii</i></li> <li>• <i>Nitzschia closterium</i></li> <li>• <i>Nitzschia spathulata</i></li> <li>• <i>Pinnularia microsrauron</i></li> <li>• <i>Pleurosigma capense</i></li> <li>• <i>Pleurosigma directum</i></li> <li>• <i>Pseudo-nitzschia</i></li> </ul> <p><b>Order : BIDDULPHIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Actinoptychus splendens</i></li> <li>• <i>Leptocylindrus sp</i></li> <li>• <i>Actinocyclus octonarius</i></li> <li>• <i>Aulacoseira granulata</i></li> <li>• <i>Biddulphia alternans</i></li> <li>• <i>Biddulphia sp</i></li> <li>• <i>Corethron Castracanesp</i></li> <li>• <i>Detonula sp</i></li> <li>• <i>Leptocylindricus danicus</i></li> <li>• <i>Lithodesmium Ehrenberg</i></li> <li>• <i>Melosira granulata</i></li> <li>• <i>Porosira glacialis</i></li> <li>• <i>Stephanopyxis Ehrenberg sp</i></li> <li>• <i>Stephanopyxis turris</i></li> <li>• <i>Trachelomonas sp</i></li> <li>• <i>Attheyaarmatus sp</i></li> </ul> <p><b>Order :Chaetocerotales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chaetocerossocialis sp</i></li> </ul> <p><b>Order :Chlamydomonadale</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Haematococcus pluvialis</i></li> </ul> <p><b>Order :Chlorodendrales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tetraselmis sp</i></li> </ul> <p><b>Order :Corethrales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Corethron sp</i></li> </ul> | <p><b>Order :Thalassionematales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thalassiothrix longissima</i></li> <li>• <i>Amphora inariensis</i></li> <li>• <i>Amphora sp</i></li> <li>• <i>Thalassiophysa hyalina</i></li> <li>• <i>Amphora hyalina</i></li> </ul> <p><b>Order :Pinnulariales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pinnularia trevelyana</i></li> </ul> <p><b>Order :Pennales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Diatoma sp</i></li> <li>• <i>Tropidoneis sp</i></li> </ul> <p><b>Order :Cymbellales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gomphoneis elegans</i></li> <li>• <i>Cymbella Cymbella</i></li> <li>• <i>Gomphoneis sp</i></li> </ul> <p><b>Order :Naviculales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Navicula distans</i></li> <li>• <i>Navicula sp</i></li> <li>• <i>Pinnularia sp</i></li> <li>• <i>Achnanthes flexella</i></li> <li>• <i>craticula halophila</i></li> <li>• <i>Diploneis sp</i></li> <li>• <i>flagilaria pulchella</i></li> <li>• <i>Meuniera sp</i></li> <li>• <i>Rhoicosigma compactum</i></li> <li>• <i>Phaeodactylum tricornutum</i></li> </ul> <p><b>Order :Pinnulariales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pinnularia trevelyana</i></li> </ul> <p><b>Order :Stephanodiscales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cyclotella sp</i></li> <li>• <i>Stephanodiscus sp</i></li> <li>• <i>Stephanodiscus hantzschii</i></li> </ul> <p><b>Order :Triceratiales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Triceratium sp</i></li> <li>• <i>Asterionella nofata</i></li> <li>• <i>Triceratium favus</i></li> </ul> |
| <p><b>Order :Coscinodiscales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hemidiscus sp</i></li> <li>• <i>Actinoptychus sp</i></li> <li>• <i>Coscinodiscus granii</i></li> </ul>   | <p><b>Fragilariales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Synedra robusta</i></li> </ul> <p><b>Order :Hemiaulales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hemiaulus sp</i></li> </ul>  |

|  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Coscinodiscus sp.</i></li> <li>• <i>Lindavia sp</i></li> </ul> <b>Order :Rhizosoleniales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guinardia sp</i></li> <li>• <i>Rhizosolenia sp</i></li> <li>• <i>Proboscia Rhizosolenia</i></li> <li>• <i>Dactyliosolen sp</i></li> <li>• <i>Stephanogonia sp</i></li> <li>• <i>Guinardia delicatula</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cerataulina sp</i></li> <li>• <i>Cerataulina bergonii</i></li> </ul> <b>Order :Lyrellales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lyrella sp</i></li> </ul> <b>Order :toxariales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Climacosphenia sp</i></li> </ul> <b>Order :Melosirales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Melosira sp</i></li> <li>• <i>Melosira moniliformis</i></li> </ul> |
| Classe des Chlorophyceae   |  |
| <b>Order: Chlorococcales.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chlorococcum sp</i></li> <li>• <i>Characium angustum</i></li> </ul> <b>Order :Chlamydomonadales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rhopalosolen cylindricus</i></li> <li>• <i>Pleurococcus sp</i></li> </ul>  | <b>Order :Chlorellales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chlorella Vulgaris</i></li> <li>• <i>Pediastrum sp</i></li> <li>• <i>eremosphaera sp</i></li> </ul> <b>Order :Sphaeropleales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tetraedron sp</i></li> </ul>   |
| Classe des Chrysophyceae   |  |
| <b>Order :Ochromonadales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Uroglena gracilis</i></li> </ul>  |  |
| Classe des Cryptophyceae   |  |
| <b>Order :Pyrenomonadales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Chroomonas SP</i></li> <li>• <i>Chroomonas nordstedtii</i></li> </ul>  |  |
| Classe des conjugatophyceae  |  |
| <b>Order :Desmidiiales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cosmariumsp</i></li> <li>• <i>Gonatozygon sp</i></li> <li>• <i>Gonatozygon monotaenium.</i></li> <li>• <i>Closterium sp</i></li> <li>• <i>Pleurotaenium sp</i></li> </ul>   |  |
| Classe des Cyanophyceae  |  |
| <b>Order :chroococcales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gloeocapsa sp</i></li> </ul> <b>Order :Nostocales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cylindrospermopsis sp</i></li> <li>• <i>Calothrix brevissima</i></li> <li>• <i>Calothrix sp</i></li> <li>• <i>Microchaet euberrima.</i></li> <li>• <i>Stigonema sp.</i></li> </ul>   | <b>Order :Oscillatoriales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Plankto thrixagardhii</i></li> </ul> <b>Order :Synechococcales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Synechococcus sp</i></li> </ul>   |
| Classe des Dictyochophyceae  |  |
| <b>Order :Dictyochales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vicicitus globosus</i></li> <li>• <i>Dictyocha sp</i></li> </ul>  |  |
| Classe des dinophyceae   |  |
| <b>Order :Gymnodiniales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Actiniscus pentasterias</i></li> </ul>   | <b>Order :Peridinales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pentapharsodinium Bysmatrum</i></li> </ul>   |

|   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Gymnodinium sp</i></li> <li>• <i>Polykrikos</i></li> <li>• <i>Gyrodinium sp</i></li> <li>• <i>Gyrodinium Torodinium</i></li> <li>• <i>Polykrikos schwartzii</i></li> </ul> <p><b>Order :Noctilucales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Noctiluca scintillans</i></li> </ul> <p><b>Order :Sphaeropleales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Characium sp</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Preperidinium sp</i></li> <li>• <i>Preperidinium meunieri</i></li> <li>• <i>Protopteridinium pentagonum</i></li> </ul> <p><b>Order :Prorocentrales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prorocentrum sp</i></li> </ul> <p><b>Order :Gonyaulacales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Neoceratium furcalineatum</i></li> <li>• <i>Neoceratium fusus</i></li> <li>• <i>Ceratium sp</i></li> <li>• <i>pyrophacus sp</i></li> </ul> |
| Classe des Euglenophyceae   |   |
| <p><b>Order :Euglenoales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Euglena sp</i></li> <li>• <i>Lepocinclis sp</i></li> <li>• <i>Trachelomonas sp</i></li> </ul>  |   |
| Classe des prymnesiophyceae   |   |
| <p><b>Order :Phaeocystales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Phaeocystis globosa</i></li> </ul>   |   |
| Classe des Raphidophyceae   |   |
| <p><b>Order :Chattonellales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fibrocapsa sp</i></li> <li>• <i>Chattonella subsalsa</i></li> </ul>   |   |
| Classe des Coccolithophyceae  |   |
| <p><b>Order : <u>Phaeocystales</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Phaeocyst sp</i></li> </ul>  |   |

**Annexe 2 : la composition du Lugol.**

|   |
|---|
| La composition chimique de Lugol acide  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iode .....50 g</li> <li>• Iodure de potassium .....100 g</li> <li>• Eau distillée ..... 1000 ml</li> <li>• Acide acétique glacial.....100 g</li> </ul> |

**Annexe 3 : Les Paramètre physico-chimique de l'eau in situ de chaque échantillonnage.**

**Tableau 1 :Les échantillons de station « l'oued mazafran ».**

| Date       | Température(c°) | Salinité(PSU) | O2 dissous (PPM) | Ph   | Conductivité |
|------------|-----------------|---------------|------------------|------|--------------|
| 17/01/2018 | 12              | 1.1           | 1.5              |      |              |
| 11/03/2018 | 17.44           | 0.72          | 0                | 7.56 |              |
| 01/04/2018 | 16.88           | 0.75          | /                | 7.92 | 85           |
| 18/04/2018 | 18              | 0.7           | 2                | 7.85 | 22           |

**Tableau 2 : Les échantillons de station « l'embouchure ».**

| Date       | Température(c°) | Salinité(PSU) | O2 dissous (PPM) | Ph   | Conductivité |
|------------|-----------------|---------------|------------------|------|--------------|
| 17/01/2018 | 14.9            | 34.4          |                  |      |              |
| 11/03/2018 | 16.07           | 35.33         | 3.87             | 8.17 | 44.8         |
| 01/04/2018 | 16.08           | 19.47         |                  | 8.07 | 121.2        |
| 18/04/2018 | 16.8            | 16.32         | 4.35             | 7.95 |              |

**Tableau3 : Les échantillons de station « la plage colonel Abbas ».**

| Date       | Température(c°) | Salinité(PSU) | O2 dissous (PPM) | Ph   | Conductivité |
|------------|-----------------|---------------|------------------|------|--------------|
| 17/01/2018 | 15.2            | 35.1          | 2.5              |      |              |
| 11/03/2018 | 16.08           | 36.89         | 3.78             | 8.3  | 46.17        |
| 01/04/2018 | 15.58           | 35.51         | /                | 8.24 | 173          |
| 18/04/2018 | 16              | 30.8          | 5.7              | 8.08 |              |

**Tableau 4 : Les échantillons de station « centre conchyliculture ».**

| Date       | Température (c°) | Salinité (PSU) | O2 dissous (PPM) | Ph   | Conductivité |
|------------|------------------|----------------|------------------|------|--------------|
| 17/01/2018 | 15.5             | 35.3           | 2.6              |      |              |
| 01/04/2018 | 16.25            | 37.85          | 7.2              | 8.25 | 219          |
| 18/04/2018 | 17.07            | 33.9           | 7.8              | 8.25 |              |

**Annexe 4 :**

**Tableau 5 : Les 'indices de diversités (H', Hmax, J', L) pour chaque échantillon étudié.**

| Date            | station             | Indice de Shannon (h') | Indice de Shannon maximal (Hmax) | Indice d'équitabilité (J') | l'indice de Simpson(L) |
|-----------------|---------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------|
| <b>24-janv.</b> | l'embouchure        | 1,15                   | 1,69                             | 0,68                       | 2,14E-01               |
|                 | plage colonel Abbes | 0,89                   | 1,56                             | 0,57                       | 2,92E-01               |
|                 | centre conchylicole | 1,23                   | 1,74                             | 0,71                       | 4,63E-04               |
| <b>25-févr.</b> | l'embouchure        | 0,73                   | 1,45                             | 0,51                       | 3,86E-01               |
|                 | plage colonel Abbes | 1,04                   | 1,70                             | 0,61                       | 1,01E-01               |
|                 | centre conchylicole | 1,45                   | 1,66                             | 0,87                       | 4,21E-02               |
| <b>11-mars</b>  | l'oued              | 0,81                   | 1,57                             | 0,52                       | 3,00E-07               |
|                 | l'embouchure        | 1,35                   | 1,62                             | 0,83                       | 6,81E-02               |
|                 | plage colonel Abbes | 1,21                   | 1,69                             | 0,72                       | 1,26E-01               |
|                 | centre conchylicole | 0,68                   | 1,61                             | 0,42                       | 3,10E-01               |
| <b>1-avr.</b>   | l'oued              | 0,57                   | 1,18                             | 0,49                       | 4,72E-01               |
|                 | l'embouchure        | 0,44                   | 1,41                             | 0,31                       | 6,44E-01               |
|                 | plage colonel Abbes | 1,13                   | 1,18                             | 0,96                       | 7,73E-02               |
|                 | centre conchylicole | 0,91                   | 1,11                             | 0,81                       | 1,78E-01               |
| <b>18-avr.</b>  | l'oued              | 0,87                   | 1,20                             | 0,72                       | 2,22E-01               |
|                 | l'embouchure        | 1,34                   | 1,38                             | 0,97                       | 5,02E-02               |
|                 | plage colonel Abbes | 1,30                   | 1,34                             | 0,97                       | 8,78E-02               |
|                 | centre conchylicole | 0,85                   | 1,43                             | 0,59                       | 2,25E-01               |





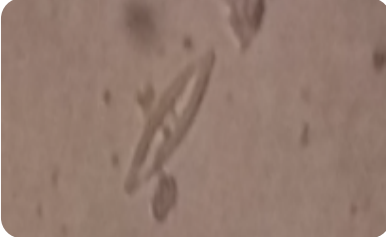
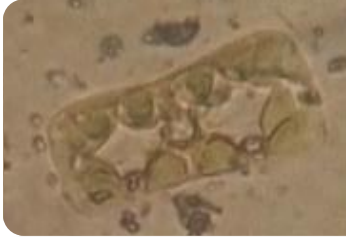
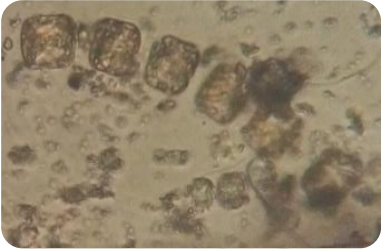
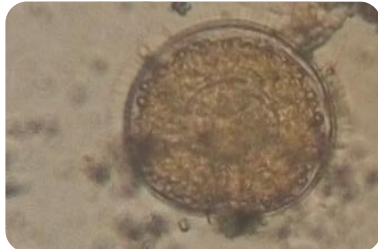

**Annexe 5 :**




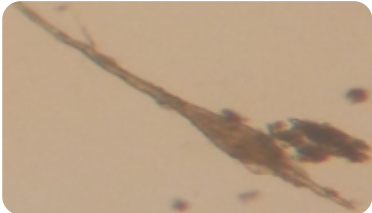






**Tableau 6 : les fréquences relatives des espèces diatomiques par prélèvement au niveau de chaque station.**


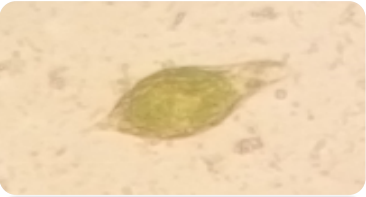



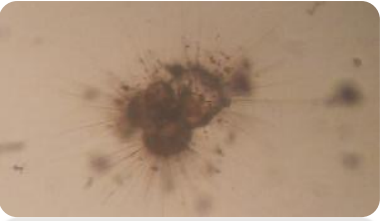

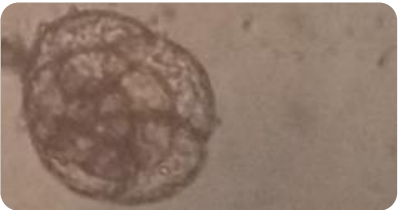
| station | 24-janv | 25-févr | 11-mars | 01-avr | 18-avr |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| ED      | /       | /       | 56,76%  | 46,67% | 50,00% |
| EM      | 81,63%  | 67,86%  | 57,14%  | 69,23% | 70,83% |
| EDM     | 83,33%  | 74,00%  | 67,35%  | 40,00% | 68,18% |

|     |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| ERF | 78,18% | 78,26% | 75,61% | 61,54% | 81,48% |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|

**Annexe 6 : Photos de quelques espèces rencontrées au cours de notre étude.**

| Classe des diatomées  |   |  |
|---|---|--|
|    |    |    |
| <i>Gomphoneis sp</i>  | <i>Lindavia sp</i>  | <i>Navicula sp</i>   |
|   |   |  |
| <i>Licmophora ehrenbergii</i>   | <i>craticula halophila</i>  | <i>Pinnularia sp</i>   |
|  |  |  |
| <i>Thalassiosira hyalina</i>  | <i>Coscinodiscus sp</i>   | <i>RhizosoleniaSchutt sp Ehrenb.</i>   |

| Classe des dinophycee   |  |  |
|---|--|--|
|    |     |  |
| <i>Noctiluca scintillans</i>  | <i>Protoperidinium pentagonum</i>  | <i>Actiniscus sp</i>   |
|    |     |  |
| <i>Neoceratium fusus</i>  | <i>Prorocentrum sp</i>   | <i>Ceratium sp</i>   |
| Classe des Chlorophyceae  |  |  |
|  |  |  |
| <i>Chlorococcum sp</i>  | <i>Pleurococcus sp</i>   |  |
| Classe des Cyanophyceae   |  |  |
|  |  |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <i>Stigonema sp</i>   |   | <i>Microchaet euberrima</i>  |  |
| Classe des Euglenophyceae   |   |  |  |
|    |    |   |  |
| <i>Euglena sp</i>   |   | <i>Euglena sp</i>  |  |
| Classe des prymnesiophyceae   |   | Classe des Dictyochophyceae  |  |
|    |   |    |  |
| <i>Phaeocystis globosa</i>  |   | <i>Dictyocha sp</i>  |  |
| <b>Divers</b>   |   |  |  |
|  |  |  |  |
| Foraminifères   |   |  |  |

## *Suivi de la dynamique des populations phytoplanctoniques au niveau d'une zone estuarienne cas de « Oued Mazafran ».*

### **Résumé :**

Cette étude porte sur la détermination de la dynamique des populations phytoplanctoniques dans une zone estuarienne « Oued Mazafran » au niveau de la baie de Bou-Ismaïl plus la station centre conchylicole comme un point de référence et de faire les analyses qualitatives et quantitatives afin d'explorer leurs diversité et l'influence de la salinité sur leurs répartitions. Des prélèvements sont réalisés durant la période du 17 janvier jusqu'au 18 avril de l'année 2018. L'analyse des communautés phytoplanctoniques a été réalisée avec la méthode Utermöhl (1958).

Cette analyse montre que l'évolution de la population phytoplanctonique et ses distributions sont instables et présentent des situations de stress dans cette zone.

La communauté phytoplanctonique de la zone estuarienne « Oued Mazafran » est dominée par les diatomées avec une faible abondance pour les autres classes.

**Mots clés :** phytoplancton, zone estuarienne, méthode Utermöhl (1958).

### **Abstract:**

This study focuses on the determination of the dynamics of phytoplankton populations in an estuarine zone "Oued Mazafran" at the Bay of Ismail Bay and the station shellfish center as a point of reference and make qualitative and quantitative analyzes to explore their diversity and the influence of salinity on their distributions. Samples are taken during the period from 17 January to 18 April 2018.

Analyzes of phytoplankton communities was carried out with the method of Utermöhl (1958). This analysis shows that the evolution of the phytoplankton population and its distributions are unstable and present stressful situations in this area.

Diatoms dominate the phytoplankton community in the Oued Mazafran estuarine zone with low abundance for other classes.

**Key words:** phytoplankton, estuarine zone, method of Utermöhl (1958).

### **المخلص**

تركز هذه الدراسة على تحديد ديناميكيات العوالق النباتية في منطقة مصبات الأنهار "وادي مزافران" في خليج بو إسماعيل بالإضافة إلى مركز تربية المحار كنقطة مرجعية وإجراء تحليلات نوعية وكمية لاستكشاف تنوعها وتأثير الملوحة على توزيعاتها. أخذت العينات خلال الفترة من 17 يناير إلى 18 أبريل 2018. تم تحديد مجتمعات العوالق النباتية باتباع طريقة اوترمول (1958). ويبين هذا التحليل أن تطور العوالق النباتية وتوزيعاتها غير مستقر ويسبب حالات عصبية في هذه المنطقة. وتهيمن Diatomées على مجتمع العوالق النباتية في منطقة مصب نهر وادي مزافران مع وفرة منخفضة لفئات أخرى. الكلمات المفتاحية: العوالق النباتية، منطقة مصاب الأنهار، طريقة اوترمول (1958).